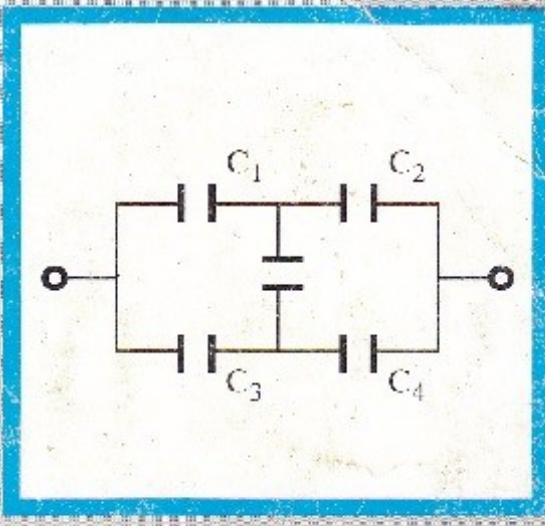
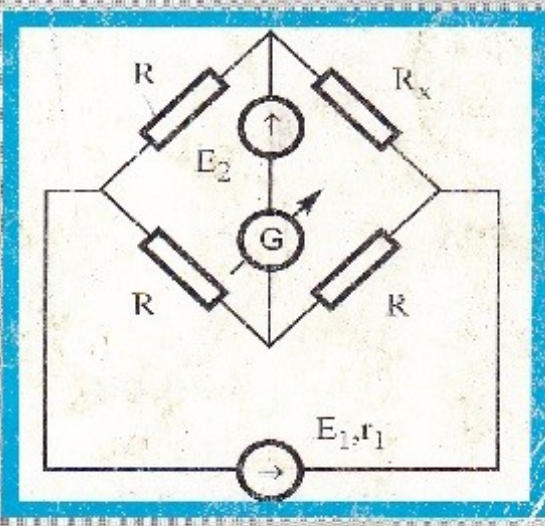
VIRGIL-MIRON PĂTRU

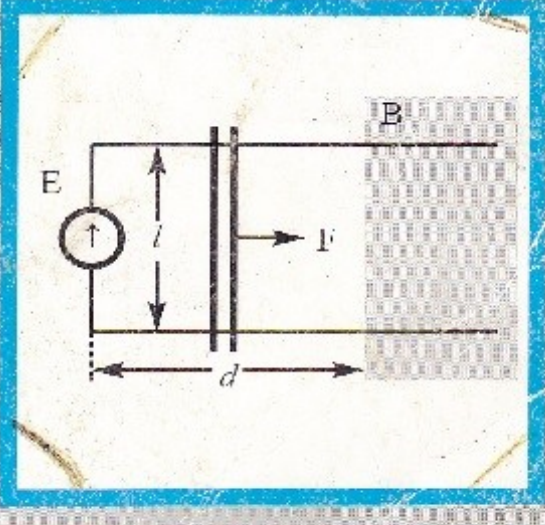
X

CULEGERE DE PROBLEME DE FIZICĂ

pentru clasa a X-a







Editura COMPAL

gaz ideal la temperatura t = 16°C. La ce înălțime față de baza vasului se află pistonul? Presiunea atmosferică este p_0 = 100 kPa.

20 Ce diferență există între masele de aer (μ = 28 kg/kmol) la presiunea normală $p = 10^5$ Pa care se află într-o încăpere cu volumul $V = 50$ m^3, vara și iarna, dacă vara temperatura urcă la $t_1 = 40$°C, iar iarna scade la $t_2 = 0$°C?

21 O butelie are capacitate de a conține $m_1 = 0{,}3$ kg azot ($\mu_1 = 28$ kg/kmol) în condiții normale. Ce masă de dioxid de carbon ($\mu_2 = 44$ kg/kmol) va conține butelia la temperatura $t = 27$°C și presiunea $p = 4.10^5$ Pa?

22 La ce temperatură a fost încălzită o butelie cu volumul $V = 1$ L conținând $m = 17{,}5$ g de apă (μ = 18 kg/kmol) dacă ea a plesnit, știind că pereții buteliei suportă o presiune maximă $p = 10^7$ Pa.

23 Temperatura și presiunea atmosferică la suprafața planetei Venus sunt $T = 750$ K, respectiv $p = 9{,}12.10^6$ Pa. Considerând că atmosfera este formată din dioxid de carbon (μ = 44 kg/kmol), să se afle densitatea atmosferei la suprafața planetei.

24 Într-un vas cilindric prevăzut cu un piston se află $m = 320$ g oxigen (μ = 32 kg/kmol) la presiunea $p = 8{,}3.10^4$ Pa. Crescând temperatura gazului cu $\Delta T = 100$ K, volumul crește cu $\Delta V = 50$ L, iar presiunea devine $p_1 = 9{,}96.10^4$ Pa. Să se afle volumul și temperatura gazului în starea inițială.

25 Într-un balon cu volumul $V = 25$ L se găsește hidrogen (μ = 2 kg/kmol) la temperatura $T = 290$ K. După ce o parte din hidrogen iese printr-o supapă, presiunea se modifică cu $\Delta p = 4.10^5$ Pa. Să se afle masa Δm de hidrogen care a ieșit din balon.

26 Într-o butelie se află $m = 2$ kg de gaz la temperatura $T_1 = 300$ K. Ce masă de gaz a ieșit printr-o supapă dacă, încălzind butelia până la $T_2 = 400$ K, presiunea gazului a rămas aceeași?

27 Dintr-un balon cu hidrogen (μ = 2 kg/kmol) cu volumul $V = 10$ L scapă gaz printr-un ventil defect. La temperatura $t_1 = 7$°C manometrul indică $p = 5.10^6$ Pa. După un timp, la temperatura $t_2 = 17$°C, manometrul indică aceeași presiune. Cât gaz a ieșit din balon?

28 Ce fracțiune din masa unui gaz mai rămâne într-un balon aflat inițial la presiunea $p = 1{,}2.10^7$ Pa și temperatura $t = 27$°C, dacă presiunea scade la $p_1 = 10^5$ Pa, gazul fiind răcit la $t_1 = -23$°C?

29 Ce masă de oxigen (μ = 32 kg/kmol) s-a consumat dintr-o butelie cu volumul V = 60 L dacă presiunea inițială a fost $p_1 = 10^7$ Pa la $t_1 = 27°C$, iar presiunea finală a devenit $p_2 = 2{,}9.10^6$ Pa la $t_2 = 17°C$?

30 Într-un balon cu volumul V = 0,2 m^3 se află heliu (μ = 4 kg/kmol) la presiunea $p_1 = 10^5$ Pa și temperatura $t_1 = 17°C$. După ce în balon a mai fost introdus heliu, presiunea a devenit $p_2 = 3.10^5$ Pa, iar temperatura $t_2 = 47°C$. Cu cât a crescut masa heliului din balon?

31 Într-un vas prevăzut cu robinet se găsește un gaz la presiunea $p_1 = 2{,}9.10^5$ Pa și temperatura t_1 = 17°C. Cât devine presiunea în vas dacă, după deschiderea robinetului, masa gazului se micșorează cu f = 40% și temperatura devine $t_2 = 27°C$?

32 Ce fracțiune din masa unui gaz s-a scurs prin ventilul defect al unei butelii dacă, după un timp, se constată că presiunea a scăzut cu $f_1 = 40\%$, iar temperatura absolută a scăzut cu $f_2 = 15\%$?

33 Un aerostat cu volumul V = 1600 m^3, aflat la suprafața Pământului, are o fracțiune $k = 7/8$ din volumul său umplută cu hidrogen (μ = 2 kg/kmol) la presiunea $p = 10^5$ Pa și temperatura T = 290 K. Aerostatul urcă la o înălțime la care presiunea este $p_1 = 8.10^4$ Pa și temperatura $T_1 = 280$ K. Să se afle masa de hidrogen ieșită din aerostat în timpul ascensiunii sale.

34 Un vas cu volumul V = 76 L conține un gaz la temperatura t = 27°C și cântărește m_1 = 7,082 kg. Se scoate gaz din vas, astfel încât presiunea scade cu $\Delta p = 7{,}9.10^4$ Pa, iar vasul cântărește m_2 = 7 kg. Să se determine densitatea gazului în condiții normale.

35 Într-un vas închis cu volumul V = 75 L se găsește o picătură de apă (μ = 18 kg/kmol) cu masa m = 1 g. Presiunea aerului din vas este $p_0 = 1{,}2.10^4$ Pa și temperatura T = 290 K. Cât devine presiunea în vas după evaporarea picăturii de apă?

36 Un balon cu pereții subțiri termoconductori, conținând gaz, este introdus într-un vas cu volumul de k = 5 ori mai mare. Se închide vasul și se încălzește sistemul. Cât trebuie să fie raportul cantităților de substanță din cele două recipiente pentru ca balonul să nu explodeze oricât ar crește temperatura?

37 Un vas cilindric cu lungimea l = 85 cm este împărțit în două compartimente printr-un piston mobil subțire. Care este poziția de echilibru a pistonului atunci când într-unul din compartimente se află o cantitate

oarecare de oxigen (μ_O = 32 kg/kmol), iar în celălalt o aceeaşi masă de hidrogen (μ_H = 2 kg/kmol)?

38 Într-un vas cilindric închis, cu secţiunea S, împărţit de un piston cu masa M în două părţi de volume egale, se află un gaz. Masa gazului de sub piston este de k ori mai mare decât cea de deasupra, iar temperatura aceeaşi. Să se afle presiunea gazului în cele două compartimente.

39 Un cilindru orizontal închis la ambele capete, cu volumul V = 3,4 L, este împărţit în două compartimente printr-un piston termoizolant subţire, mobil, aflat în echilibru mecanic. Într-un compartiment se află ν_1 = 3 moli de gaz la temperatura t_1 = 27°C, iar în celălalt ν_2 = 2 moli din alt gaz la temperatura t_2 = 127°C. Să se afle volumele ocupate de cele două gaze.

40 Un vas cilindric orizontal este împărţit în două compartimente printr-un piston mobil, fără frecări. Într-unul din compartimente se găseşte o masă m_1 = 3 g de hidrogen (μ_1 = 2 kg/kmol), iar în celălalt m_2 = 23 g azot (μ_2 = 28 kg/kmol). Ce fracţiune din volumul vasului ocupă hidrogenul?

41 Un vas cilindric orizontal cu volumul V = 16 L, închis la ambele capete şi izolat adiabatic, este împărţit în două compartimente printr-un piston subţire, termoconductor, care se poate deplasa fără frecări, aflat iniţial la mijlocul cilindrului. Ştiind că temperaturile iniţiale în cele două compartimente sunt t_1 = 7°C, t_2 = 87°C, să se afle volumele compartimentelor după atingerea echilibrului termodinamic.

42 Într-un tub cilindric orizontal, închis la ambele capete, se află un piston termoizolant mobil. Acesta împarte cilindrul în două compartimente cu volumul V = 15 L fiecare în care se află gaze diferite la aceeaşi temperatură t = 27°C. Cât devin volumele celor două compartimente dacă gazul dintr-un compartiment este răcit cu ΔT = 20 K, iar celălalt este încălzit cu ΔT = 20 K?

43 Două vase legate printr-un tub prevăzut cu robinet conţin, fiecare, aceeaşi masă dintr-un gaz. Presiunile în cele două vase sunt $p_1 = 10^5$ Pa şi $p_2 = 3.10^5$ Pa, iar temperatura este aceeaşi. Ce presiune se va stabili în vase după deschiderea robinetului?

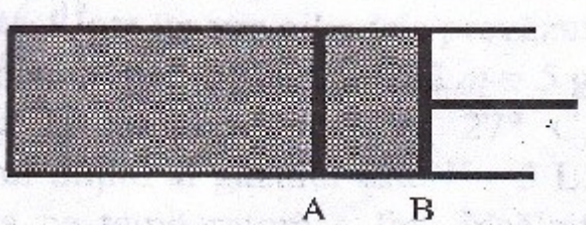
44 În două vase legate printr-un tub cu robinet se află la aceeaşi temperatură m_1 = 5,6 g de azot (μ_1 = 28 kg/kmol) la presiunea $p_1 = 10^5$ Pa, respectiv m_2 = 3,2 g de oxigen (μ_2 = 32 kg/kmol) la presiunea $p_2 = 2.10^5$ Pa. Ce presiune se stabileşte după deschiderea robinetului?

45 În două incinte cu volumele $V_1 = 2$ L, $V_2 = 3$ L, puse în legătură printr-un tub de volum neglijabil prevăzut cu un robinet, se află gaze ideale la aceeași temperatură $\theta = 27°C$. Care este diferența dintre presiunile din cele două incinte dacă se știe că, după deschiderea robinetului, dintr-un vas trec în celălalt $\Delta\nu = 0{,}1$ moli de gaz?

46 Două vase identice sunt unite printr-un tub de volum neglijabil. Să se afle ce fracțiune de gaz trece dintr-un vas în celălalt, dacă unul dintre vase este menținut la aceeași temperatură, în timp ce temperatura celuilalt crește de $n = 1{,}5$ ori. Care este raportul presiunilor în cele două situații?

47 În cele două compartimente ale unui cilindru, separate de pistonul mobil A, se găsesc masele m_1 și m_2 de aer la aceeași temperatură, aflate în raportul $m_1/m_2 = 3$. Cu cât se va deplasa pistonul A dacă pistonul B este deplasat spre dreapta cu $l = 4$ cm? Temperatura rămâne constantă.

48 Într-un vas cu volumul $V = 10$ L se găsesc $m_1 = 7$ g de azot ($\mu_1 = 28$ kg/kmol) și $m_2 = 1$ g de hidrogen ($\mu_2 = 2$ kg/kmol) la temperatura $T = 280$ K. Să se determine presiunea amestecului de gaze.



Pentru problema 47

49 Într-o încăpere în care temperatura este $t = 27°C$ și presiunea $p = 10^5$ Pa se află un cilindru cu pereți termoconductori prevăzut cu un piston mobil. Cilindrul conține un amestec gazos constând din $m_1 = 48$ g oxigen și $m_2 = 70$ g azot, aflat în echilibru termodinamic. Să se determine volumul ocupat de gazul din cilindru. Se cunosc masele molare ale oxigenului și azotului: $\mu_1 = 32$ kg/kmol, respectiv $\mu_2 = 28$ kg/kmol.

50 Să se afle densitatea unui amestec de hidrogen ($\mu_H = 2$ kg/kmol) și oxigen ($\mu_O = 32$ kg/kmol) aflat la presiunea $p = 10^5$ Pa și temperatura $T = 300$ K, știind că raportul maselor celor două componente este $k = m_H/m_O = 1/8$.

51 Într-un vas cu volumul $V = 1{,}5$ L se găsește un amestec de oxigen ($\mu_1 = 32$ kg/kmol) și dioxid de carbon ($\mu_2 = 44$ kg/kmol). Masa amestecului este $m = 40$ g, temperatura $T = 300$ K, presiunea $p = 2.10^6$ Pa. Să se afle masa fiecărui gaz din amestec.

52 Într-un vas cu volumul $V = 15$ L se găsește un amestec de azot ($\mu_1 = 28$ kg/kmol) și hidrogen ($\mu_2 = 2$ kg/kmol) la temperatura $t = 23°C$ și presiunea $p = 2.10^5$ Pa. Să se afle masa amestecului și a componentelor sale, știind că azotul reprezintă o fracțiune $k = 0{,}7$ din masa totală.

53 Un balon cu volumul $V = 5$ L conține un amestec de heliu ($\mu_1 = 4$ kg/kmol) și hidrogen ($\mu_2 = 2$ kg/kmol) la presiunea $p = 6.10^5$ Pa. Masa amestecului este $m = 4$ g, din care o fracțiune $k = 0{,}6$ este formată din heliu. Să se afle temperatura amestecului.

54 Densitățile a două gaze la o anumită presiune și temperatură sunt $\rho_1 = 1{,}2$ kg/m^3 și $\rho_2 = 0{,}8$ kg/m^3. Se amestecă mase egale din cele două gaze. Care este densitatea amestecului la aceeași presiune și temperatură?

55 Un vas conține o cantitate oarecare de hidrogen la presiunea $p_1 = 400$ Pa și temperatura $T_1 = 200$ K. Se încălzește gazul până la temperatura $T_2 = 10^4$ K la care, practic, toate moleculele sunt disociate în atomi. Cât devine presiunea în aceste condiții?

56 Într-un balon se găsește ozon la temperatura $t_1 = 177°C$. După un anumit timp el se transformă complet în oxigen. La ce temperatură trebuie adus balonul pentru ca presiunea în interiorul său să rămână aceeași?

57 Într-un vas cu volumul $V = 1$ L se găsesc $m = 0{,}28$ g de azot ($\mu = 28$ kg/kmol). Vasul este încălzit până la $T = 1500$ K, temperatură la care $k = 30\%$ din moleculele de azot se disociază în atomi. Să se determine presiunea în vas.

58 Un cilindru închis la unul din capete este prevăzut cu un piston care se poate deplasa fără frecări. Pistonul se află la distanța $l = 40$ cm de capătul cilindrului, închizând o cantitate de gaz diatomic. Cu cât se va deplasa pistonul dacă o fracțiune $f = 30\%$ din moleculele gazului se disociază în atomi?

59 Într-un vas se găsește un amestec de azot ($\mu_N = 28$ kg/kmol) și hidrogen ($\mu_H = 2$ kg/kmol). La temperatura T la care azotul este complet disociat în atomi, presiunea este p (disocierea hidrogenului se poate neglija). La temperatura $2T$, când ambele gaze sunt complet disociate, presiunea în vas este $3p$. Să se afle raportul dintre masele azotului și hidrogenului din amestec.

Transformări simple ale gazului ideal

60 La ce temperatură trebuie încălzit aerul aflat inițial la $t_0 = 20°C$ pentru ca volumul său să se dubleze, dacă presiunea rămâne constantă?

61 Într-un vas cilindric orizontal, prevăzut cu un piston mobil liber, se află un gaz la temperatura $t = 7°C$. Pistonul se află la distanța $l = 14$ cm de fundul vasului. Cu cât se va deplasa pistonul dacă gazul este încălzit cu $\Delta T = 20$ K?

62 Mărind temperatura unui gaz cu $\Delta T = 60$ K, volumul său crește cu $\Delta V = 1$ L. Cu cât va crește volumul gazului (față de valoarea inițială) dacă temperatura sa se mărește cu încă $\Delta T' = 30$ K?

63 Să se afle temperatura unui gaz știind că, încălzindu-l cu $\Delta T = 3$ K, volumul crește cu $f = 1$ %.

64 Într-un vas cilindric prevăzut cu un piston mobil liber, se află $m = 5$ g de gaz la temperatura $t_1 = 27°$ C. Volumul inițial al gazului este $V = 5$ L. Până la ce temperatură a fost încălzit vasul dacă densitatea gazului a devenit $\rho = 0{,}6$ g/L?

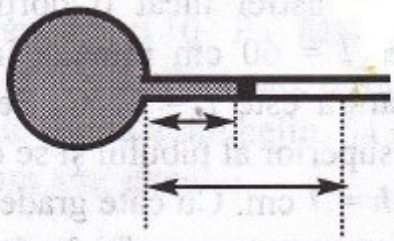
65 Un tub deschis la ambele capete este introdus vertical într-un vas cu mercur astfel încât o porțiune cu lungimea $l = 60$ cm rămâne în afară. Temperatura este $t = 27°C$. Se astupă capătul superior al tubului și se cufundă cu încă $h = 7$ cm. Cu câte grade trebuie scăzută temperatura astfel încât nivelul mercurului în vas și tub să redevină același?

66 Un balon cu volumul $V = 10$ cm^3 umplut cu aer la temperatura $T_1 = 573$ K se continuă cu un tub introdus într-un vas cu mercur. Să se afle masa m de mercur care intră în balon dacă se răcește aerul până la $T_2 = 293$ K. Se neglijează dilatația balonului. Densitatea mercurului este $\rho = 1{,}36 \cdot 10^4$ kg/m^3.

67 Un aerostat este parțial umplut cu un volum $V = 1500$ m^3 de gaz. Cu cât se va modifica forța ascensională a aerostatului dacă gazul din interior este încălzit de la $T_0 = 273$ K la $T = 293$ K? Presiunea atmosferică este normală, densitatea aerului în condiții normale este $\rho = 1{,}29$ kg/m^3.

68 Un termometru cu gaz constă dintr-un balon continuat cu un tub orizontal cu secțiunea $S = 0{,}1$ cm^2. În tub se află o picătură de mercur care izolează interiorul balonului de mediu. La temperatura $T_1 = 273$ K picătura se află la distanța $l_1 = 30$ cm de balon, iar

la temperatura $T_2 = 278$ K la distanța $l_2 = 50$ cm. Să se afle volumul balonului.



Pentru problema 68

69 Un cilindru închis la ambele capete, aflat în poziție orizontală, este împărțit în două compartimente de către un piston termoizolant care se poate deplasa fără frecări. În cele două compartimente se află aer la aceeași temperatură $T_0 = 300$ K, raportul volumelor fiind $V_2/V_1 = 3$. La ce temperatură trebuie adus în mod izobar aerul din fiecare compartiment astfel încât pistonul să se deplaseze la mijlocul cilindrului?

70 Presiunea gazului din interiorul unui bec stins, aflat la temperatura $t_1 = 7°C$, este $p_1 = 8.10^4$ Pa. Să se afle temperatura gazului atunci când becul este aprins, știind că presiunea devine $p_2 = 10^5$ Pa.

71 Presiunea în pneurile unui automobil este $p_1 = 1{,}6.10^5$ Pa la temperatura $t_1 = -13°C$. Cât devine presiunea în timpul mersului, dacă temperatura aerului din pneuri este $t_2 = 37°C$? (Noțiunea tehnică și practică de presiune în pneuri reprezintă suprapresiunea față de presiunea atmosferică).

72 Un balon deschis este încălzit, apoi închis și răcit până la $t_2 = 27°C$, astfel încât presiunea a devenit de $k = 2$ ori mai mică decât presiunea atmosferică. Să se afle până la ce temperatură a fost încălzit balonul.

73 Prin încălzirea cu $\Delta T = 140$ K a gazului dintr-un vas închis, presiunea sa a crescut de $k = 1{,}5$ ori. Care a fost temperatura inițială a gazului?

74 Un balon cu aer aflat la presiunea atmosferică normală $p_0 = 10^5$ Pa și temperatura $t_0 = -3°C$ este închis cu un dop cu secțiunea $S = 2{,}5$ cm^2. Până la ce temperatură trebuie încălzit aerul din balon pentru a arunca dopul, știind că pentru aceasta este necesară o forță $F = 12$ N?

75 Într-un vas prevăzut cu un piston mobil se află aer la temperatura $t = 27°C$. Până la ce temperatură trebuie încălzit aerul astfel încât densitatea sa să se micșoreze de $n = 1{,}4$ ori?

76 Un rezervor cilindric vertical cu înălțimea $H = 1$ m este închis la partea superioară cu un piston de greutate neglijabilă care alunecă fără frecare. Se toarnă încet mercur pe piston. Cât de mult va coborî pistonul, înainte

ca mercurul să se verse din cilindru pe la partea sa superioară? Densitatea mercurului este $\rho = 13.600$ kg/m^3, presiunea atmosferică este cea normală

77 Un tub cilindric de lungime l, închis la unul din capete, conține aer la temperatura T și presiunea atmosferică p_0. Se cufundă tubul în întregime într-un lichid cu densitatea ρ, care se ridică în tub până la jumătatea acestuia. Se scoate apoi tubul din lichid astfel încât abia să atingă suprafața liberă a lichidului cu capătul deschis. Cât trebuie să devină temperatura aerului din tub pentru ca lichidul să ajungă în interiorul său din nou la jumătate?

78 Într-un tub cilindric orizontal, deschis la ambele capete, se află două pistoane mobile ușoare, cu secțiunea $S = 10$ cm^2. Pistoanele sunt legate între ele cu un fir care suportă o tensiune maximă $F = 30$ N. Presiunea și temperatura aerului între cele două pistoane, ca și în exterior, sunt $p_0 = 10^5$ Pa, respectiv $t = 27°C$. Până la ce temperatură poate fi încălzit aerul dintre cele două pistoane astfel încât firul să nu se rupă?

79 Un vas cilindric vertical este împărțit în două compartimente de volume egale printr-un piston greu termoizolator, care poate aluneca fără frecare. În compartimentul superior se găsește hidrogen la temperatura T și presiunea p, iar în cel inferior oxigen la temperatura $2T$. Se întoarce vasul. Pentru ca pistonul să împartă vasul tot în două părți egale, se răcește oxigenul până la temperatura $T/2$, temperatura hidrogenului rămânând aceeași. Să se afle presiunea oxigenului în cele două poziții ale vasului.

80 Într-un cilindru cu lungimea $l = 1{,}6$ m în care se află aer la presiunea atmosferică normală $p_0 = 10^5$ Pa se introduce încet un piston cu secțiunea $S = 200$ cm^2. Să se afle forța care acționează asupra pistonului atunci când el se află la distanța $l_1 = 10$ cm de fundul cilindrului.

81 Un cilindru cu aer este închis cu un piston cu forma din figură, având greutatea $G = 60$ N și secțiunea transversală $S = 20$ cm^2. Ce greutate G_1 trebuie așezată pe piston astfel ca volumul aerului din cilindru să se micșoreze de $k = 2$ ori? Temperatura mediului rămâne constantă, presiunea atmosferică este cea normală $p_0 = 10^5$ Pa.

Pentru problema 81

82 Dacă presiunea unei mase de gaz este schimbată izoterm cu $\Delta p_1 = 2.10^5$ Pa, volumul se schimbă cu $\Delta V_1 = 3$ L. Dacă însă presiunea se schimbă izoterm cu $\Delta p_2 = 5.10^5$ Pa, volumul se schimbă cu $\Delta V_2 = 5$ L. Să se determine valorile inițiale ale presiunii și volumului.

83 Pentru micșorarea izotermă de n ori a volumului unui gaz aflat într-un cilindru cu piston, trebuie așezată pe piston o greutate de masă m. Ce masă M trebuie adăugată pe piston pentru ca volumul să se micșoreze încă de k ori?

84 Un bec electric cu volumul $V = 0{,}5$ L conține azot la presiunea $p =$ 7,6.10 Pa. Ce masa de apă intră în bec dacă i se demontează dulia sub apă la adâncimea $h = 1{,}4$ m? Presiunea atmosferică este normală, densitatea apei este $\rho = 10^3$ kg/m^3.

85 Într-o seringă medicală cu volumul $V_1 = 20$ cm^3 se introduce un material poros, apoi se închide o cantitate de aer la presiunea $p_1 = 10^5$ Pa. Să se determine volumul materialului poros, știind că presiunea aerului din interior se ridică la $p_2 = 2{,}2.10^5$ Pa atunci când volumul se reduce la $V_2 =$ 10 cm^3 datorită deplasării pistonului.

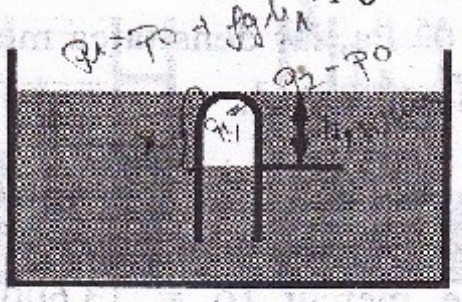
86 O bulă de aer formată pe fundul unui lac de adâncime H se ridică spre suprafața apei. Să se afle dependența razei r a bulei de adâncimea h la care ea se află la un moment dat, dacă volumul său inițial este V_0. Nu se ține seama de forțele de tensiune superficială. Presiunea atmosferică este p_0 iar temperatura se consideră constantă.

87 Un tub de sticlă cu lungimea $l = 1$ m, deschis la ambele capete, este introdus vertical cu jumătate din lungimea sa în mercur ($\rho = 13.600$ kg/m^3). Apoi tubul este închis la capătul superior și scos afară. Care va fi lungimea coloanei de mercur rămasă în tub? Presiunea atmosferică este $p_0 = 10^5$ Pa.

88 Într-un vas cu mercur este introdus vertical un tub de sticlă deschis la ambele capete, astfel încât $l_1 = 60$ cm din tub se află deasupra lichidului. Se astupă tubul la capătul superior și se introduce cu încă $l_2 = 30$ cm în mercur. Să se afle înălțimea coloanei de aer din tub. Presiunea atmosferică este normală, $p_0 = 10^5$ Pa.

89 Un tub de sticlă închis la unul din capete este introdus complet în mercur. Coloana de aer închisă în tub are în aceste condiții lungimea $h_1 = 10$ cm. La ce înălțime h_2 deasupra nivelului mer-

curului trebuie ridicat capătul închis al tubului, astfel încât nivelul mercurului în tub și vas să fie același? Presiunea atmosferică este normală, $p_0 = 10^5$ Pa.



Pentru problema 89

90 Un tub cu lungimea $l = 1$ m, astupat la un capăt, este închis la celălalt capăt printr-un piston de masă neglijabilă, la presiunea $p_0 = 10^5$ Pa. Tubul este introdus într-un lichid cu densitatea $\rho = 800$ kg/m^3, astfel încât gura sa se află la adâncimea $h = 10$ m. Să se afle lungimea coloanei de lichid care pătrunde în tub. Se vor studia cazurile când tubul este introdus cu gura în jos, respectiv în sus.

91 Un tub închis la unul din capete este introdus cu gura în jos într-o cuvă cu mercur. Tubul conține $V_1 = 50$ cm^3 de aer, iar nivelul mercurului în tub este cu $h_1 = 10$ cm deasupra nivelului mercurului din cuvă. Într-o a doua poziție a tubului, volumul ocupat de aer este $V_2 = 100$ cm^3, iar diferența de nivel a mercurului din tub și cuvă este $h_2 = 42{,}5$ cm. Să se afle valoarea presiunii atmosferice. Densitatea mercurului este $\rho = 13.600$ kg/m^3.

92 Într-un vas cu mercur ($\rho = 13.600$ kg/m^3) se introduce vertical un tub cilindric prevăzut cu piston. Nivelul mercurului în vas și tub este același, iar pistonul se află la $h = 1$ cm deasupra acestui nivel. Să se afle presiunea din tub atunci când pistonul este ridicat la $H = 75$ cm deasupra nivelului mercurului din vas. Presiunea atmosferică este normală, $p_0 = 10^5$ Pa.

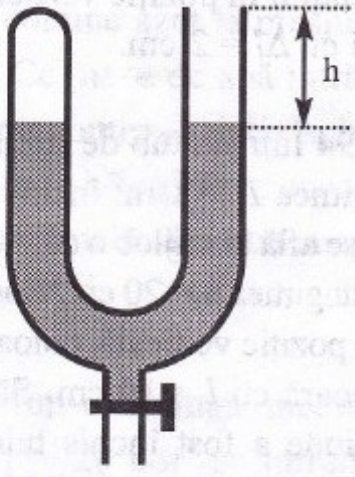
93 Un tub orizontal închis la ambele capete este împărțit de o coloană de mercur ($\rho = 13.600$ kg/m^3) în două părți egale, cu lungimea $l = 20$ cm fiecare, care conțin aer la presiunea $p = 1{,}01 \cdot 10^5$ Pa. Să se afle lungimea h a coloanei de mercur, știind că prin aducerea tubului în poziție verticală aceasta coboară cu $\Delta l = 2$ cm.

94 Într-un tub de sticlă orizontal cu lungimea $L = 1$ m, închis la ambele capete, se află la mijloc o coloană de mercur cu lungimea $h = 20$ cm. Dacă se aduce tubul în poziție verticală, coloana de mercur coboară cu $l = 10$ cm. Să se afle la ce presiune a fost închis tubul. Densitatea mercurului este $\rho = 13.600$ kg/m^3.

95 Într-o eprubetă cu lungimea $l = 70$ cm se află o coloană de aer închisă cu ajutorul unui piston de greutate neglijabilă, deasupra căreia se află o coloană de mercur ($\rho = 13.600$ kg/m^3) cu lungimea $h = 20$ cm. a) Ce înălțime

va avea coloana de mercur rămasă în eprubetă după întoarcerea acesteia, dacă presiunea atmosferică este $p_0 = 10^5$ Pa? b) Pentru ce lungime a eprubetei mercurul se va scurge în întregime?

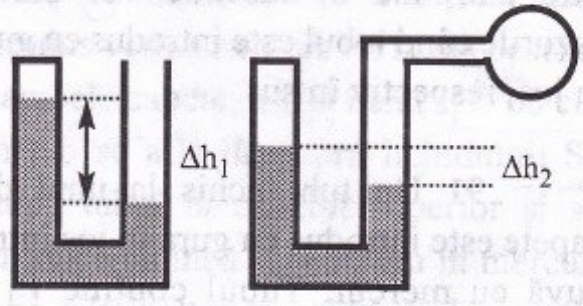
96 Într-un tub închis la unul din capete se află o masă de aer izolată de exterior printr-o coloană de mercur cu lungimea $H = 20$ cm. Când tubul se află în poziție verticală cu deschiderea în jos, lungimea coloanei de aer este $h_1 = 10$ cm. Dacă se înclină tubul cu $\alpha = 30°$ față de orizontală, tot cu deschiderea în jos, lungimea coloanei de aer devine $h_2 = 8{,}46$ cm. Să se afle presiunea atmosferică. Densitatea mercurului este $\rho = 13.600$ kg/m^3.



Pentru problema 97

97 Într-un tub în formă de U, prevăzut cu robinet și având una dintre ramuri închisă, se află mercur. Nivelul mercurului, același în ambele ramuri, se găsește la distanța $h = 20$ cm de extremitatea superioară a tubului. Deschizând robinetul, o parte din mercur se scurge astfel încât nivelul său în ramura închisă scade cu $h_1 = 18$ cm. Cu cât scade nivelul mercurului în ramura deschisă? Presiunea atmosferică este $p_0 = 10^5$ Pa, iar densitatea mercurului $\rho = 13.600$ kg/m^3.

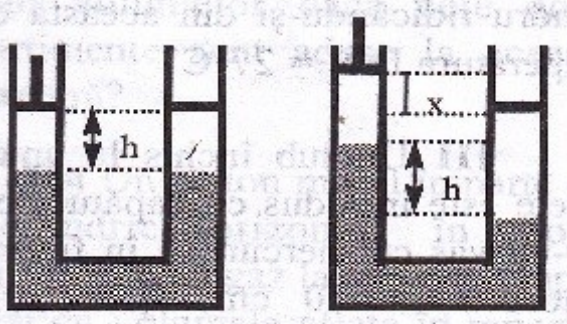
98 Un tub manometric în formă de U cu diametrul interior $d = 5$ mm conține mercur ($\rho = 13.600$ kg/m^3) astfel încât aerul din ramura închisă are volumul $V = 10$ mm^3, iar diferența de nivel a mercurului între cele două ramuri este $\Delta h_1 = 10$ cm. Punând ramura deschisă în legătură cu un balon cu gaz, diferența de nivel devine $\Delta h_2 = 1$ cm. Să se afle presiunea gazului din balon. Presiunea atmosferică este normală, $p_0 = 10^5$ Pa.



Pentru problema 98

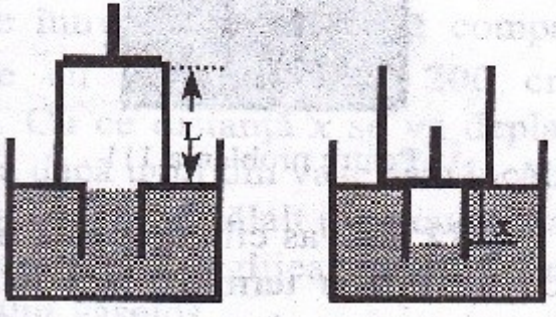
99 Două vase comunicante cu aceeași secțiune, prevăzute cu pistoane, conțin un lichid cu densitatea ρ. Pistoanele se află inițial la înălțimea h deasupra nivelului comun al lichidului din cele două vase. Cu cât trebuie ridicat unul dintre pistoane, menținându-l pe celălalt fix, astfel încât

diferența de nivel a lichidului în cele două vase să fie h? Presiunea inițială a aerului în cele două vase este p_0.



Pentru problema 99

100 Un cilindru cu lungimea L și secțiunea S_1 se continuă cu un tub cu secțiunea S_2. Se introduce complet tubul într-un lichid cu densitatea ρ. Pe ce distanță x coboară mercurul din tub dacă în cilindru se introduce un piston care este împins până la fundul acestuia? Presiune atmosferică este p_0.



Pentru problema 100

101 Un cilindru de lungime l = 40 cm este împărțit în două compartimente egale cu ajutorul unui piston termoconductor de masă neglijabilă. Inițial presiunea dintr-un compartiment este de k = 3 ori mai mare decât în celălalt. Cu cât se va deplasa pistonul dacă este lăsat liber? Frecările se neglijează.

102 Un vas cilindric este împărțit de un piston termoconductor în două compartimente egale care conțin gaz la aceeași presiune $p = 9.10^4$ Pa. Se deplasează pistonul astfel încât volumul unuia dintre compartimente devine de $k = 5$ ori mai mic. Cât devine diferența de presiune dintre cele două compartimente?

103 În două vase cu volumele V_1 = 10 L și V_2 = 30 L se află aer la aceeași temperatură și presiunile p_1, respectiv $p_2 = 10^5$ Pa. Să se determine p_1, dacă după punerea în legătură a baloanelor presiunea în sistem devine $p = 2.10^5$ Pa.

104 Trei baloane cu volumele V_1 = 3 L, V_2 = 7 L și V_3 = 5 L conțin, respectiv, oxigen ($p_1 = 2.10^5$ Pa), azot ($p_2 = 3.10^5$ Pa) și dioxid de carbon ($p_3 = 6.10^4$ Pa) aflate la aceeași temperatură. Se unesc cele trei baloane prin tuburi de volume neglijabile, păstrând temperatura constantă. Care va fi presiunea amestecului de gaze?

105 Un vas cilindric de volum V este împărțit de un piston termoconductor, imobilizat, în două compartimente în care se află gaze la presiunile p_1 și p_2. După eliberarea pistonului, presiunea în cele două compartimente devine p. Să se afle volumele inițiale ale celor două compartimente.

106 O cameră de automobil cu volumul $V = 6$ L este umflată cu ajutorul unei pompe al cărei cilindru are înălțimea $h = 10$ cm și diametrul $d = 10$ cm. De cât timp este nevoie pentru a realiza în cameră o presiune $p = 5.10^5$ Pa, dacă fiecare cursă a pistonului durează $\tau = 1{,}5$ s? Presiunea inițială în cameră este $p_0 = 10^5$ Pa.

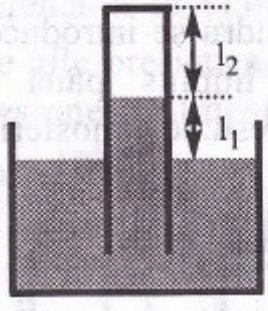
107 Presiunea aerului dintr-un vas este $p_0 = 9{,}7.10^4$ Pa. După trei curse ale pistonului unei pompe de vid, presiunea devine $p = 2{,}87.10^4$ Pa. Să se afle raportul dintre volumul corpului pompei și volumul vasului.

108 Se comprimă un gaz astfel încât volumul său se micșorează cu $f_1 = 20$ %, presiunea crește cu $f_2 = 30$ %, iar temperatura se mărește cu $\Delta T = 12$ K. Care a fost temperatura inițială a gazului?

109 Un vas este împărțit în două compartimente printr-un perete termoconductor. Temperaturile inițiale în cele două compartimente sunt $t_1 = 27°C$, $t_2 = 127°C$ și raportul presiunilor $k = 3$. Care va fi raportul presiunilor după atingerea echilibrului termic?

110 Într-un cilindru cu aria bazei $S = 100$ cm^2 se găsește aer la temperatura $t_1 = 12°C$. Presiunea atmosferică este $p_1 = 10^5$ Pa. La înălțimea $h_1 = 60$ cm de baza cilindrului se află un piston de masă neglijabilă. La ce înălțime se va stabili pistonul dacă pe el se așează o greutate cu masa $m = 100$ kg, aerul din cilindru ridicându-și din această cauză temperatura la $t_2 = 27°C$?

111 Un tub închis la unul din capete este introdus cu capătul deschis într-un vas cu mercur, ca în figură. Se cunosc $l_1 = 10$ cm, $l_2 = 30$ cm, presiunea atmosferică este cea normală, $p_0 = 10^5$ Pa. Cum se modifică nivelul mercurului în tub dacă temperatura crește de la $t_1 = 20°C$ la $t_2 = 77°C$? Dilatarea tubului se neglijează.



Pentru problema 111

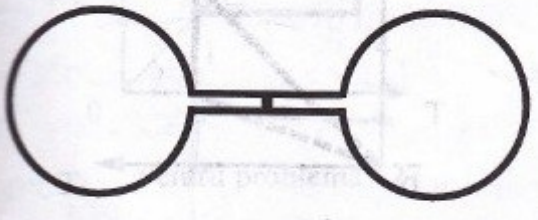
112 Un vas cilindric este împărțit de un piston termoizolant în două compartimente cu lungimile $l_1 = 20$ cm și $l_2 = 10$ cm, conținând gaze la presiunile $p_1 = 2.10^5$ Pa și $p_2 = 10^5$ Pa și la aceeași temperatură. Cu cât se va deplasa pistonul dacă este lăsat liber și se încălzesc gazele până la temperaturile $T_1 = 300$ K, respectiv $T_2 = 400$ K?

113 Un cilindru orizontal umplut cu gaz este împărțit de un piston mobil termoizolant în raportul

volumelor $V_1/V_2 = 2/3$. Temperaturile în cele două compartimente sunt $t_1 = 177°C$, respectiv $t_2 = 267°C$. Cât devine raportul volumelor dacă cele două compartimente sunt aduse la aceeași temperatură?

114 Un piston mobil împarte un vas cilindric orizontal în două compartimente cu gaz la aceeași temperatură și cu volumele aflate în raportul $V_1/V_2 = k = 3$. Cât devine raportul volumelor dacă cele două compartimente sunt aduse la temperaturile $t_1 = 47°C$, respectiv $t_2 = -33°C$?

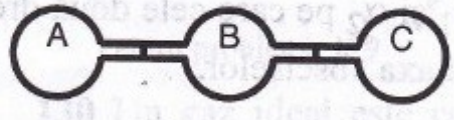
115 Două baloane identice care conțin un gaz la $t = 0°C$ sunt unite printr-un tub orizontal la mijlocul căruia se află o picătură de mercur. Aceasta împarte întregul vas în două compartimente cu volumul $V = 200\ cm^3$ fiecare. Cu ce distanță x se va deplasa picătura dacă unul din vase este încălzit cu $\Delta t = 2°C$, iar celălalt răcit cu aceeași temperatură? Se neglijează modificarea volumului vaselor.



Pentru problema 115

116 În două baloane identice legate printr-un tub prevăzut cu un robinet se află un gaz la temperatura $T_0 = 243$ K. Dacă se deschide robinetul și se încălzesc ambele baloane până la $T = 450$ K, presiunea devine $p = 5.10^5$ Pa. Dacă se ține însă robinetul închis și se aduce gazul din cele două baloane la temperaturile $T_1 = 360$ K, respectiv $T_2 = 180$ K, atunci presiunea devine aceeași în ambele baloane. Să se determine presiunile inițiale ale gazului în cele două baloane.

117 Trei baloane identice sunt puse în legătură prin tuburi de aceeași lungime și aceeași secțiune S. În fiecare tub se află câte o picătură de mercur care, în condiții de echilibru la temperatura T, se află la mijlocul tubului. Volumul aerului din fiecare balon, inclusiv tuburile de legătură până la picătura de mercur, este V. Să se afle cum se va modifica poziția picăturilor dacă balonul B este încălzit cu ΔT, iar baloanele A și C sunt răcite cu ΔT.



Pentru problema 117

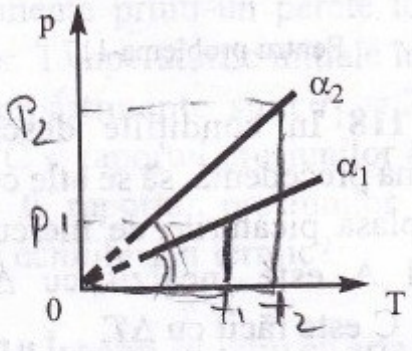
118 În condițiile descrise în problema precedentă, să se afle cu cât se vor deplasa picăturile de mercur dacă balonul A este încălzit cu ΔT, iar balonul C este răcit cu ΔT.

119 Într-un vas cilindric vertical se află în echilibru un piston greu. În cele două compartimente se află aceeași

masă de gaz la aceeaşi temperatură. Raportul volumelor este $n = 3$. Cât devine raportul volumelor dacă temperatura creşte de $k = 2$ ori?

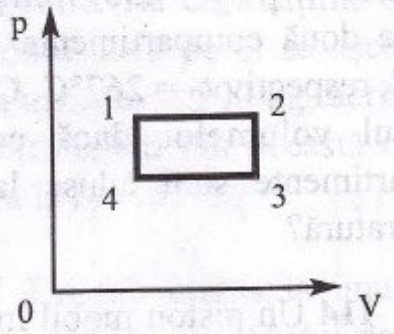
120 Cilindrul unui compresor se umple la fiecare cursă cu $V_0 = 4$ L de aer la presiunea atmosferică $p_0 = 10^5$ Pa şi temperatura $t_0 = -3°C$, pe care îl introduce într-un rezervor cu volumul $V = 1{,}5$ m^3, temperatura aerului în rezervor devenind $t = 45°C$. Câte curse trebuie să facă pistonul compresorului pentru a ridica presiunea aerului din rezervor cu $\Delta p = 1{,}96.10^5$ Pa?

121 În figură sunt reprezentate transformările izocore a două mase egale de gaz. Să se determine raportul volumelor gazelor, cunoscând unghiurile α_1 şi α_2 pe care cele două drepte le fac cu axa absciselor.



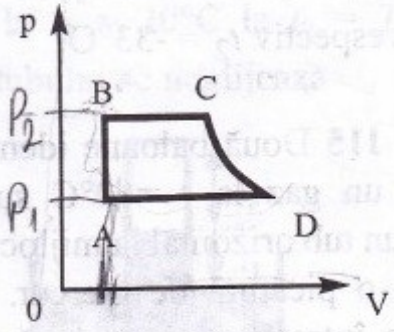
Pentru problema 121

122 Să se reprezinte ciclul din figură în coordonate p, T şi V, T.



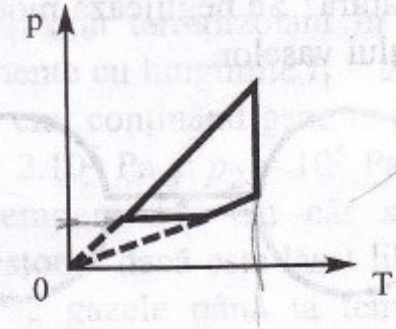
Pentru problema 122

123 Să se reprezinte ciclul din figură în coordonate p, T şi V, T. Porţiunea CD este o izotermă.



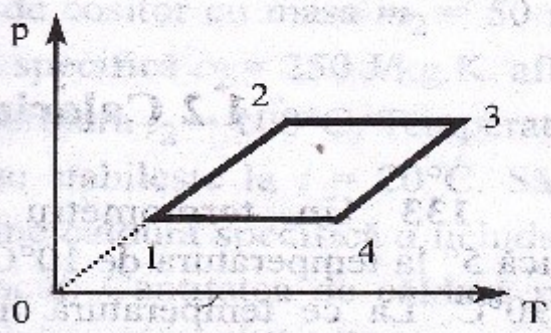
Pentru problema 123

124 Să se reprezinte ciclul din figură în coordonate p, V şi V, T.



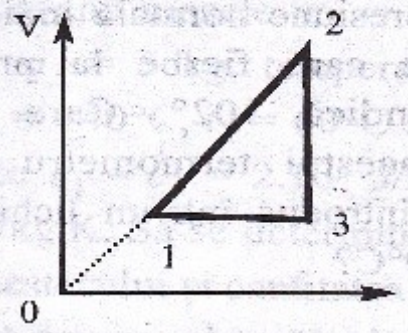
Pentru problema 124

125 Să se reprezinte ciclul din figură în coordonate p, V şi V, T.



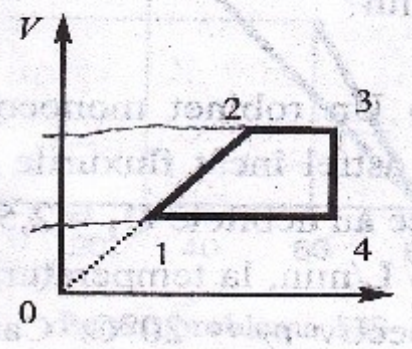
Pentru problema 125

126 Să se reprezinte ciclul din figură în coordonate p, V şi p, T.



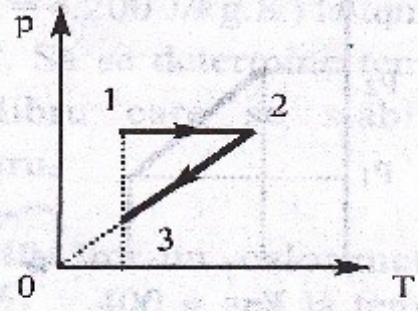
Pentru problema 126

127 Să se reprezinte ciclul din figură în coordonate p, V şi p, T.



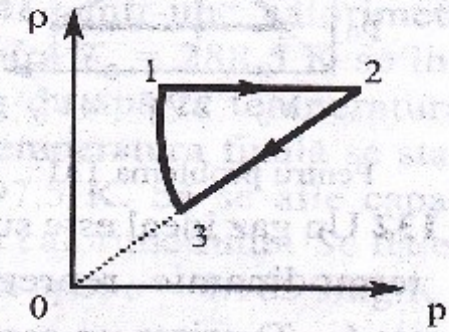
Pentru problema 127

128 Un gaz aflat într-o stare în care $p_1 = 200$ kPa, $T_1 = 300$ K este supus succesiunii de transformări din figură, ajungând într-o stare în care densitatea sa este $\rho_3 = 2\rho_1$. Să se determine T_2 şi p_3.



Pentru problema 128

129 În figură este reprezentat în coordonate ρ, p (densitate, presiune) ciclul efectuat de un gaz ideal; transformarea 3-1 este un arc de hiperbolă echilateră. Dacă $p_2 = kp_1$, să se afle p_3 şi V_3.

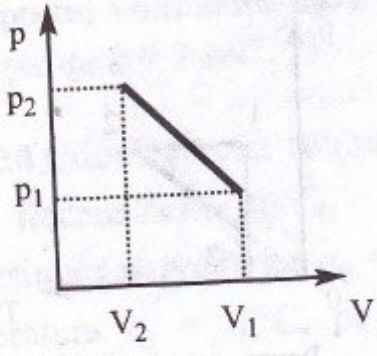


Pentru problema 129

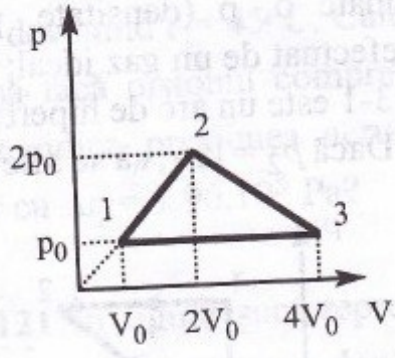
130 Un gaz ideal este comprimat cvasistatic dintr-o stare în care $p_1 = 200$ kPa, $V_1 = 32$ L până într-o stare în care $p_2 = 600$ kPa, $V_2 = 12$ L printr-un proces reprezentat în coordonate p, V printr-o dreaptă. Să se afle presiunea şi volumul gazului în punctul în care temperatura acestuia este maximă.

131 Un gaz ideal este supus procesului ciclic din figură. Să se afle tem-

peratura maximă atinsă de gaz pe ciclu dacă $T_1 = 300$ K.



Pentru problema 130



Pentru problema 131

132 Un gaz ideal este supus unui proces termodinamic reprezentat în coordonate (p, T) printr-un cerc. În care dintre stări volumul gazului este minim, respectiv maxim?

1.2 Calorimetrie

133 Un termometru defect indică 5° la temperatura de 10°C şi 95° la 90°C. La ce temperatură indicația acestui termometru va fi corectă?

134 Un termometru greşit etalonat introdus într-un amestec de apă şi gheață la presiune normală indică -3°, iar în apa care fierbe la presiune normală indică 102°. Care va fi indicația acestui termometru atunci când este introdus într-un lichid care fierbe la 80°C?

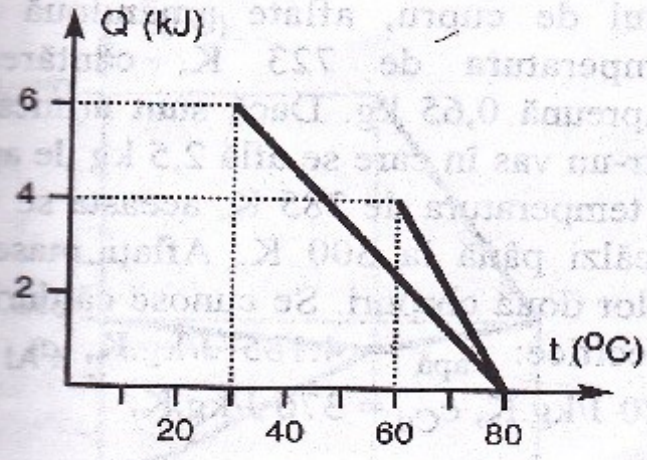
135 Peste o cantitate de apă aflată la temperatura $t_1 = 70$°C se toarnă o cantitate dublă de apă cu temperatura $t_2 = 10$°C. Care va fi temperatura finală a amestecului?

136 Un robinet monocomandă este reglat astfel încât fluxurile de apă caldă şi rece au debitele $Q_1 = 2{,}5$ L/min şi $Q_2 = 1{,}5$ L/min, la temperaturile $t_1 = 80$°C, respectiv $t_2 = 20$°C. Care este temperatura apei care curge din robinet?

137 Într-un vas se află $m_1 = 100$ g dintr-un lichid necunoscut, la temperatura $t_1 = 15$°C. Se introduce în vas o

bucată de cositor cu masa $m_2 = 50$ g și căldura specifică $c_2 = 250$ J/kg.K, aflată la temperatura $t_2 = 100°C$. Temperatura finală se stabilește la $t = 20°C$. Să se determine căldura specifică a lichidului necunoscut. Cantitatea de căldură preluată de vas este neglijabilă.

138 Într-un calorimetru cu capacitatea calorică neglijabilă se toarnă trei lichide având masele $m_1 = 1$ kg, $m_2 = 10$ kg, $m_3 = 5$ kg, temperaturile $t_1 = 6°C$, $t_2 = -40°C$, $t_3 = 60°C$ și căldurile specifice $c_1 = c_3 = 2.10^3$ J/kg.K, $c_2 = 4.10^3$ J/kg.K. Să se determine temperatura amestecului și cantitatea de căldură necesară pentru a-l încălzi la $t = 6°C$.



Pentru problema 139

139 Două corpuri sunt supuse, separat, unui proces de răcire. În figură este reprezentată căldura cedată de corpuri. La sfârșitul procesului, cele două corpuri sunt introduse într-un calorimetru de capacitate calorică neglijabilă care conține $m = 55,6$ g de apă ($c_{apă} = 4.200$ J/kg.K) la temperatura $t = 40°C$. Să se determine temperatura de echilibru care se stabilește în calorimetru.

140 Într-un calorimetru care conține $m_1 = 400$ g apă la temperatura $T_1 = 288$ K se mai adaugă încă $m_2 = 200$ g de apă la temperatura $T_2 = 293$ K. Temperatura finală se stabilește la $T = 289$ K. Să se afle cantitatea de căldură primită de calorimetru. Se cunoaște $c_{apă} = 4.185$ J/kg.K.

141 Într-un calorimetru cu temperatura $T_c = 288,5$ K se introduc $m = 90$ g de apă la temperatura $T_a = 298$ K. Temperatura finală se stabilește la $T = 297,5$ K. Să se afle capacitatea calorică a calorimetrului. Se dă căldura specifică a apei $c = 4.185$ J/kg.K.

142 Într-un calorimetru din alamă aflat la temperatura $t_1 = 15°C$ se toarnă $m_2 = 100$ g de apă cu temperatura $t_2 = 50°C$. Temperatura finală se stabilește la $t = 28°C$. Ce masă are calorimetrul? Căldurile specifică pentru alamă și apă sunt $c_1 = 376$ J/kg.K, respectiv $c_2 = 4.185$ J/kg.K.

143 Într-un calorimetru de alamă cu masa $m_c = 0,2$ kg se află $m_1 = 0,4$ kg dintr-un lichid la temperatura $t_1 = 10°C$. Se mai adaugă în calorimetru

încă m_2 = 0,4 kg din acelaşi lichid încălzit la temperatura t_2 = 31°C. Să se afle căldura specifică a lichidului, ştiind că temperatura finală se stabileşte la t = 20°C. Căldura specifică a alamei este c_c = 400 J/kg.K.

144 Într-un calorimetru cu masa m_c = 75 g aflat la temperatura T_c = 278 K se introduc m_l = 32 g dintr-un lichid aflat la temperatura T_l = 293 K. După stabilirea echilibrului la T_1 = 288 K, în calorimetru se introduce o bucată de cositor (c_{Sn} = 380 J/kg.K) cu masa m_{Sn} = 400 g şi temperatura T_{Sn} = 281 K. După aceasta, temperatura în calorimetru devine T_2 = 285 K. Să se afle căldurile specifice ale calorimetrului şi lichidului.

145 Într-un pahar cu masa m_1 = 120 g, aflat la temperatura t_1 = 20°C, se toarnă m_2 = 200 g apă fierbinte la temperatura t_2 = 100°C. După τ = 5 min temperatura apei este t_3 = 40°C. Considerând procesul de răcire uniform, să se afle cantitatea de căldură pierdută în fiecare secundă. Căldurile specifice pentru sticlă şi apă sunt c_1 = 840 J/kg.K, respectiv c_2 = 4.180 J/kg.K

146 Într-un calorimetru de cupru cu masa m_1 = 0,3 kg se află m_2 = 3 kg apă cu temperatura t_2 = 8°C. Se adaugă în calorimetru o cantitate m_3 = 0,6 kg dintr-un lichid aflat la t_3 = 85°C, temperatura de echilibru stabilindu-se la t = 15°C. În timpul experienţei se pierde prin radiaţie o cantitate de căldură ΔQ = 1.625,4 J. Să se determine căldura specifică a lichidului adăugat în calorimetru. Se dau: $c_{apă}$ = 4.185 J/kg.K, c_{Cu} = 376 J/kg.K.

147 Pentru pregătirea unei băi se amestecă apă caldă la temperatura t_1 = 66°C cu apă rece la t_2 = 11°C. Ce cantităţi de apă de un fel şi de altul sunt necesare pentru a obţine m = 55 kg de apă la temperatura t = 36°C?

148 Un corp de aluminiu şi un altul de cupru, aflate amândouă la temperatura de 723 K, cântăresc împreună 0,65 kg. Dacă sunt aruncate într-un vas în care se află 2,5 kg de apă la temperatura de 285 K, aceasta se va încălzi până la 300 K. Aflaţi masele celor două corpuri. Se cunosc căldurile specifice: $c_{apă}$ = 4.185 J/kg.K, c_{Al} = 920 J/kg.K, c_{Cu} = 376 J/kg.K.

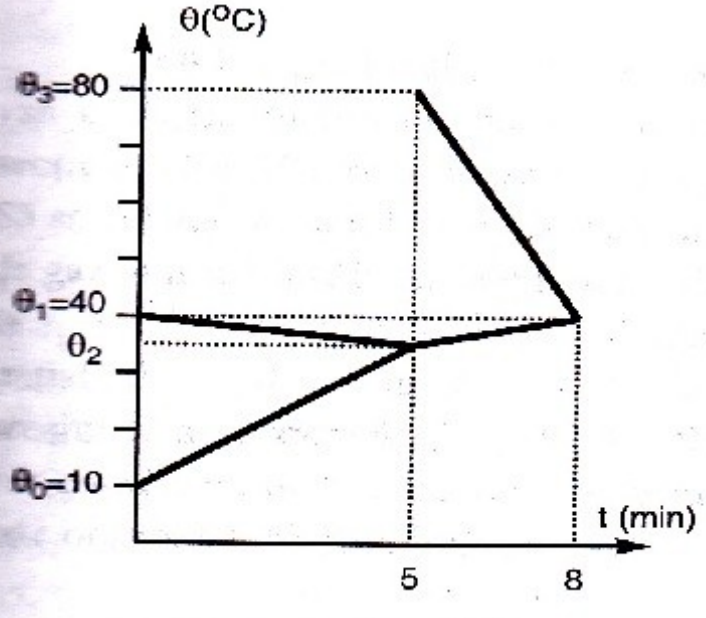
149 Într-un calorimetru de fier cu masa m = 0,1 kg se află m' = 0,5 kg apă la temperatura t_1 = 15°C. Se introduc în calorimetru două corpuri, unul de plumb şi celălalt de aluminiu, cântărind împreună M = 0,15 kg şi aflate la temperatura t_2 = 100°C. Ca

rezultat, temperatura apei se ridică la $\theta_3 = 17°C$. Să se afle masele m_1 și m_2 ale celor două corpuri. Se dau căldurile specifice: $c_{Pb} = 125{,}7$ J/kg.K, $c_{Al} = 836$ J/kg.K, $c_{Fe} = 460$ J/kg.K, $c_a = 4.180$ J/kg.K.

150 Într-un calorimetru cu capacitatea calorică $C = 168$ J/K se toarnă $m = 200$ g de apă ($c_{apă} = 4.200$ J/kg.K, $\theta_{apă} > \theta_{calorimetru}$) și, după atingerea echilibrului termic, se introduce o bilă de metal având aceeași masă m. Fenomenele termice care au loc sunt reprezentate în figură. Aflați:

a) temperatura din calorimetru înainte de introducerea bilei;

b) căldura specifică a materialului din care este confecționată bila.



Pentru problema 150

151 Într-un calorimetru cu capacitatea calorică neglijabilă se găsește apă ($c_1 = 4.200$ J/kg.K) la temperatura $\theta_1 = 20°C$. Se introduce în apă o bilă dintr-un aliaj de aluminiu ($c_2 = 840$ J/kg.K) având masa egală cu cea a apei și temperatura $\theta_2 = 80°C$. Temperatura de echilibru θ_3 se atinge după 2,5 min de la realizarea contactului termic. După 30 s de la aceasta se mai introduce în calorimetru o bilă identică cu prima și având aceeași temperatură. Echilibrul termic se restabilește la temperatura θ_4 după 2 min de la introducerea celei de-a doua bile.

a) Să se determine temperaturile de echilibru θ_3 și θ_4.

b) Trasați, pe același sistem de coodonate, graficele variației temperaturilor corpurilor din calorimetru, pe durata a 6 min de la introducerea primei bile în calorimetru.

152 Într-o cantitate $m = 6$ g de apă se introduce un termometru care arată $t_1 = 38°C$. Care este temperatura reală a apei dacă termometrul are capacitatea calorică $C = 1{,}2$ J/K și avea, înainte de introducerea în apă, temperatura $t_2 = 17{,}1°C$. Căldura specifică a apei este $c = 4.180$ J/kg.K.

153 Într-un calorimetru în care se află $m = 10$ g de apă la temperatura $t_0 = 40°C$ se introduce un termometru cu capacitatea calorică $C_1 = 4{,}18$ J/K care se încălzește cu $\Delta t = 20°C$. Se scoate acesta și se introduce un alt

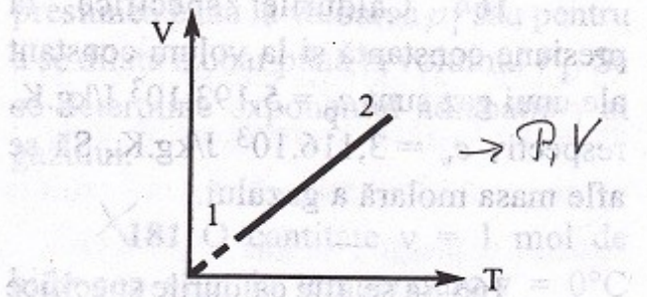
1.3 Principiul I al termodinamicii

158 Într-un cilindru prevăzut cu piston se află $m = 2$ kg aer. Să se afle lucrul mecanic efectuat de gaz dacă este încălzit izobar cu $\Delta t = 100°C$. Masa molară a aerului se va considera $\mu = 29$ kg/kmol.

159 Într-un cilindru cu piston se află $m = 1{,}6$ kg oxigen ($\mu = 32$ kg/kmol). Cu câte grade trebuie ridicată în mod izobar temperatura gazului astfel încât el să efectueze un lucru mecanic $L = 4.10^4$ J?

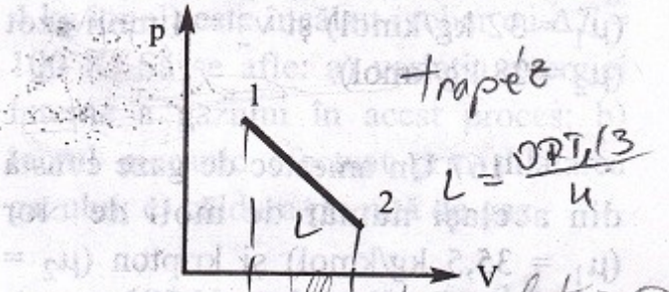
160 Un gaz ideal se află într-un vas cilindric închis cu un piston cu secţiunea $S = 20$ cm^2 şi masa $m = 5$ kg. Să se calculeze lucrul mecanic efectuat de gaz în urma încălzirii sale izobare de la $t_1 = 20°C$ la $t_2 = 100°C$. Volumul iniţial al gazului este $V = 5$ L, iar presiunea atmosferică $p_0 = 10^5$ Pa. Se vor consi-dera două cazuri: a) cilindrul este ori-zontal; b) cilindrul este vertical.

161 O cantitate $\nu = 0{,}4$ kmoli de gaz ideal este supusă transformării din figură prin încălzirea sa cu $\Delta T = 50$ K. Ce lucru mecanic efectuează gazul?



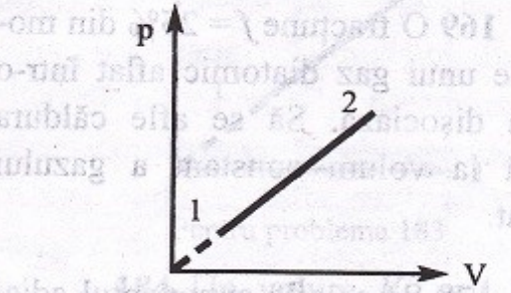
Pentru problema 161

162 Un mol de gaz ideal este supus transformării din figură, reprezentată printr-un segment de dreaptă. Ştiind că $T_1 = T_2 = 200{,}6$ K şi $V_2 = 2V_1$, să se afle lucrul mecanic efectuat de gaz.



Pentru problema 162

163 O cantitate $\nu = 0{,}2$ kmoli de gaz ideal este supusă transformării din figură, în urma căreia temperatura sa creşte cu $\Delta T = 100$ K. Ce lucru mecanic efectuează gazul?



Pentru problema 163

164 Căldurile specifice la presiune constantă şi la volum constant ale unui gaz sunt $c_p = 5{,}193.10^3$ J/kg.K, respectiv $c_v = 3{,}116.10^3$ J/kg.K. Să se afle masa molară a gazului.

165 Să se afle căldurile specifice c_p şi c_v ale unui amestec de gaze care conţine $m_1 = 10$ g oxigen ($\mu_1 = 32$ kg/kmol) şi $m_2 = 20$ g azot ($\mu_2 = 28$ kg/kmol).

166 Să se afle căldura specifică la presiune constantă a unui amestec de gaze care conţine $\nu_1 = 2$ moli oxigen ($\mu_1 = 32$ kg/kmol) şi $\nu_2 = 4$ moli azot ($\mu_2 = 28$ kg/kmol).

167 Un amestec de gaze constă din acelaşi număr de moli de clor ($\mu_1 = 35{,}5$ kg/kmol) şi kripton ($\mu_2 = 83{,}8$ kg/kmol). Să se afle căldura specifică la presiune constantă a amestecului.

168 Să se afle căldura molară la volum constant a unui amestec de $f_1 = 40\%$ gaz monoatomic şi $f_2 = 60\%$ gaz diatomic (concentraţii molare).

169 O fracţune $f = 25\%$ din moleculele unui gaz diatomic aflat într-o incintă disociază. Să se afle căldura molară la volum constant a gazului rezultat.

170 Să se afle exponentul adiabatic γ pentru un amestec de gaze format din $m_1 = 10$ g heliu ($\mu_1 = 4$ kg/kmol) şi $m_2 = 4$ g hidrogen ($\mu_2 = 2$ kg/kmol).

171 Să se afle exponentul adiabatic γ pentru un amestec de gaze care conţine un număr egal de moli de oxigen ($\mu_1 = 32$ kg/kmol) şi argon ($\mu_2 = 40$ kg/kmol).

172 Pentru încălzirea unei mase $m = 160$ g de oxigen ($\mu = 32$ kg/kmol) cu $\Delta T = 12$ K a fost necesară o cantitate de căldură $Q = 1{,}76$ kJ. Cum a decurs procesul: la presiune constantă sau la volum constant?

173 Un amestec format dintr-un număr egal de moli de gaz monoatomic şi gaz diatomic ocupă volumul $V = 1$ L. Gazul este încălzit izobar la presiunea $p = 10^5$ Pa până când temperatura sa absolută se dublează. Să se determine căldura absorbită în acest proces.

174 Un volum $V = 50$ L de oxigen este încălzit izocor astfel încât presiunea sa creşte cu $\Delta p = 5.10^5$ Pa. Ce cantitate de căldură a absorbit gazul?

175 Un balon închis cu volumul $V = 20$ L conţine hidrogen la temperatura $T = 300$ K şi presiunea $p = 4.10^5$ Pa. Care vor fi temperatura şi presiunea gazului dacă acesta primeşte o cantitate de căldură $Q = 6$ kJ?

176 O cantitate $\nu = 1$ kmol de oxigen ($\mu = 32$ kg/kmol) aflat la temperatura $t_0 = 0°C$ este încălzit izocor astfel încât presiunea sa devine de $n = 3$ ori mai mare. Ce cantitate de căldură a absorbit gazul? Căldura specifică la volum constant a oxigenului este $c_v = 657$ J/kg.K.

177 Pentru a mări izobar temperatura a $m = 20$ kg azot ($\mu = 28$ kg/kmol) cu $\Delta T = 20$ K este necesară o cantitate de căldură $Q_p = 5.10^5$ J. Ce cantitate de căldură Q_v este necesară pentru a obține aceeași creștere a temperaturii printr-un proces izocor?

178 Pentru a mări temperatura a $m = 1$ kg de gaz cu $\Delta T = 1$ K este necesară o cantitate de căldură $Q_p = 912$ J dacă procesul se desfășoară la presiune constantă, sau $Q_v = 651$ J dacă procesul se desfășoară la volum constant. Despre ce gaz este vorba?

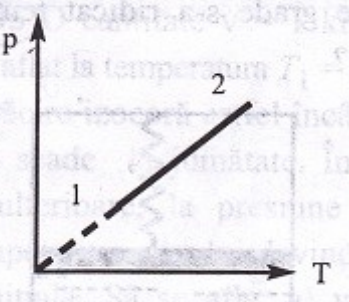
179 O cantitate de aer, încălzită sub presiune constantă de la $t_1 = 15°C$ până la $t_2 = 65°C$, a absorbit o cantitate de căldură $Q_1 = 5$ kJ. Aceeași cantitate de aer, încălzită la volum constant între aceleași limite de temperatură, a absorbit $Q_2 = 3{,}5$ kJ. Care este volumul aerului la temperatura t_1 și presiunea $p = 10^5$ Pa?

180 Un gaz ideal cu volumul V_0 și presiunea p_0 absoarbe aceeași cantitate de căldură pentru a-și mări izocor presiunea până la valoarea p_1 sau pentru a se dilata izobar până la volumul V_1. Să se determine exponentul adiabatic γ al gazului.

181 O cantitate $\nu = 1$ mol de hidrogen aflat la temperatura $t = 0°C$ este încălzit izobar. a) Ce cantitate de căldură este necesară pentru ca volumul său să se dubleze? b) Ce lucru mecanic efectuează gazul? Se cunoaște $R = 8.310$ J/kmol.K.

182 O masă $m = 1$ g de heliu ($\mu = 4$ kg/kmol) este încălzit izobar cu $\Delta T = 100$ K. Să se afle: a) variația energiei interne a gazului în acest proces; b) lucrul mecanic efectuat prin dilatarea gazului; c) căldura primită de gaz.

183 Un volum $V = 1$ m^3 de gaz ideal diatomic este supus transformării din figură în urma căreia energia sa internă crește cu $\Delta U = 2{,}5.10^5$ J. Cu cât a crescut presiunea gazului?



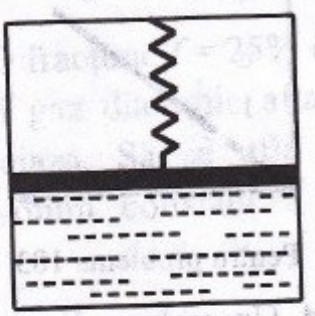
Pentru problema 183

184 Un volum $V_1 = 1$ m^3 de oxigen este încălzit izobar la presiunea

$p = 8.10^4$ Pa până la volumul $V_2 = 3$ m^3. Să se afle : a) variația energiei interne a gazului în acest proces; b) lucrul mecanic efectuat prin dilatarea gazului; c) căldura primită de gaz.

185 O cantitate $\nu = 1$ kmol de gaz încălzit la presiune constantă cu $\Delta T = 58$ K absoarbe o cantitate de căldură $Q = 1{,}2$ MJ. Să se determine: a) exponentul adiabatic γ al gazului; b) variația energiei interne; c) lucrul mecanic efectuat de gaz. Se cunoaște $R = 8.310$ J/kmol.K.

186 Pistonul din cilindrul din figură se poate deplasa fără frecări, iar resortul are constanta elastică $K = 12{,}5$ kN/m. În compartimentul inferior se află un mol de gaz diatomic, compartimentul superior este vidat. Se transmite gazului o cantitate de căldură $Q = 2.662$ J, ceea ce face ca pistonul să urce cu $d = 40$ cm. Cu câte grade s-a ridicat temperatura gazului?



Pentru problema186

187 O masă de azot a fost încălzită la presiune constantă, primind o cantitate de căldură $Q = 21$ kJ. Să se afle lucrul mecanic efectuat de gaz și variația energiei sale interne.

188 Un gaz ideal diatomic este încălzit izobar și produce un lucru mecanic $L = 800$ J. Cu cât variază energia internă a gazului în acest proces?

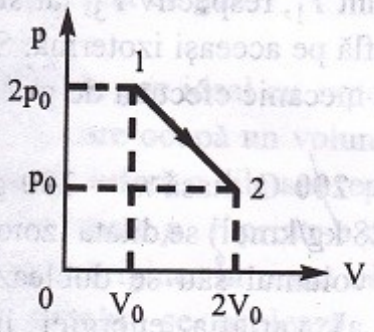
189 Energia internă a unui gaz ideal diatomic scade izobar cu 200 J. Care este lucrul mecanic în această transformare?

190 Un gaz ideal cu coeficientul adiabatic γ primește într-un proces izobar căldura Q. Care este variația energiei interne a gazului?

191 Se amestecă $m_1 = 4$ g hidrogen cu $m_2 = 32$ g oxigen. Căldurile lor specifice la presiune constantă sunt $c_1 = 14.600$ J/kg.K, respectiv $c_2 = 910$ J/kg.K. Să se determine scăderea energiei interne a amestecului atunci când el este răcit cu $\Delta t = 20°$C, menținând volumul constant. Ambele gaze au același exponent adiabatic $\gamma = 1{,}40$.

192 Un gaz ideal monoatomic trece din starea 1 în starea 2 prin transformarea reprezentată în figură. Să

se determine raportul dintre cantităţile de căldură primită şi cedată de gaz în cursul transformării.



Pentru problema192

1.4 Aplicarea principiului I al termodinamicii la transformările gazului ideal

193 O cantitate $\nu = 3$ moli de gaz ideal aflat la temperatura $t = 27°C$ este răcit izocor până când presiunea scade de $n = 3$ ori. Gazul se dilată apoi izobar până când ajunge la temperatura iniţială. Să se afle lucrul mecanic efectuat de gaz în acest proces. Se cunoaşte $R = 8.310$ J/kmol.K

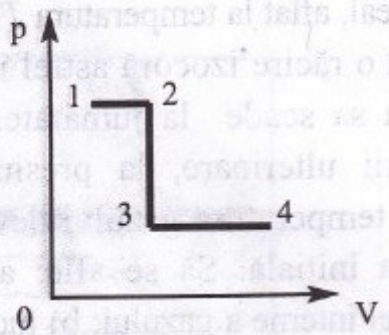
194 O masă de oxigen are volumul $V_1 = 1$ m^3 şi presiunea $p_1 = 2.10^5$ Pa. Gazul se dilată mai întâi izobar până la volumul $V_2 = 1$ m^3 şi apoi se destinde izocor până la presiunea $p_2 = 5.10^5$ Pa. Să se afle: a) variaţia energiei interne a gazului; b) lucrul mecanic efectuat; c) cantitatea de căldură primită.

195 O cantitate $\nu = 1$ kmol de gaz ideal, aflat la temperatura $T_1 = 300$ K, suferă o răcire izocoră astfel încât presiunea sa scade la jumătate. În urma dilatării ulterioare, la presiune constantă, temperatura gazului devine egală cu cea iniţială. Să se afle: a) variaţia energiei interne a gazului; b) lucrul mecanic efectuat; c) cantitatea de căldură primită. Se dă $R = 8.310$ J/kmol.K.

196 Un gaz ideal este încălzit izocor până când presiunea sa se dublează, apoi se destinde izobar astfel încât volumul său se dublează. Variaţia energiei interne a gazului în aceste transformări este de 2,25 ori mai mare decât lucrul mecanic efectuat de gaz. Stabiliţi dacă gazul este monoatomic sau diatomic.

197 Un gaz ideal cu volumul V_0 şi presiunea p_0 absoarbe aceeaşi cantitate de căldură pentru a-şi mări izocor presiunea până la valoarea p_1 sau pentru a se dilata izobar până la volumul V_1. Să se determine exponentul adiabatic γ al gazului.

198 Un mol de gaz ideal este supus succesiunii de transformări din figură, în urma cărora temperatura sa creşte cu $\Delta T = 100$ K. Stările *1* şi *3*, respectiv *2* şi *4* se află pe câte o izotermă. Să se calculeze lucrul mecanic efectuat de gaz în acest proces.



Pentru problema198

199 Un kmol de gaz ideal efectuează un ciclu format din două izocore şi două izobare. Temperaturile stărilor *1* şi *3* sunt T_1, respectiv T_3, iar stările *2* şi *4* se află pe aceeaşi izotermă. Să se afle lucrul mecanic efectuat de gaz pe ciclu.

200 O masă $m = 200$ g de azot ($\mu = 28$ kg/kmol) se dilată izoterm astfel încât volumul său se dublează. Să se afle: a) variaţia energiei interne a gazului; b) lucrul mecanic efectuat; c) cantitatea de căldură primită. Se dă $R = 8.310$ J/kmol.K.

201 O cantitate $\nu = 1$ mol de gaz ideal, aflat la temperatura $T = 300$ K, primeşte o cantitate de căldură $Q = 2$ kJ şi se dilată izoterm. De câte ori creşte volumul gazului? Se dă $R = 8.310$ J/kmol.K.

202 Un gaz care ocupă un volum $V_1 = 0{,}39$ m^3 la presiunea $p_1 = 1{,}55.10^5$ Pa se dilată la temperatură constantă până la un volum de $n = 10$ ori mai mare. Apoi gazul este încălzit la volum constant până la o presiune egală cu cea iniţială. Ştiind că în cursul acestei transformări gazul primeşte o cantitate de căldură $Q = 1{,}5$ MJ, să se afle valoarea exponentului adiabatic γ.

203 Un gaz care ocupă un volum $V_1 = 2$ L la presiunea $p_1 = 10^5$ Pa se dilată izoterm până la un volum $V_2 = 4$ L, apoi este răcit izocor până când presiu-

nea se micşorează de 2 ori. În continuare gazul se dilată izobar până la volumul $V_4 = 8$ L. Să se afle lucrul mecanic efectuat de gaz.

204 Un gaz ideal cu exponentul adiabatic γ, care ocupă un volum V_0 la presiunea p_0, suferă o dilatare reprezentată în coordonate p, V printr-o dreaptă ce trece prin origine. În urma dilatării, volumul gazului se triplează. Să se determine: a) creşterea energiei interne a gazului; b) lucrul mecanic efectuat; c) căldura specifică molară a gazului în cursul acestui proces.

205 Două incinte cu volumele V_1 şi $V_2 = V_1/2$, aflate la aceeaşi temperatură, comunică printr-un tub prevăzut cu un robinet. În prima incintă se află un gaz monoatomic la presiunea p_1, iar în cea de-a doua un gaz diatomic la presiunea $p_2 = 3p_1$. Să se afle căldura molară la volum constant a amestecului de gaze după deschiderea robinetului dintre cele două incinte.

206 Două vase izolate adiabatic pot comunica printr-un tub prevăzut cu robinet, iniţial închis. Într-unul din vase se află ν kmoli de gaz ideal monoatomic având presiunea $p_1 = 10^5$ Pa şi temperatura $T_1 = 500$ K, iar în celălalt se află 2ν kmoli de gaz ideal diatomic la presiunea $p_2 = 2.10^5$ Pa şi temperatura $T_2 = 370$ K. Să se afle temperatura şi presiunea amestecului după deschiderea robinetului.

207 Două vase izolate termic, având volumele $V_1 = 3$ L şi $V_2 = 5$ L, conţin acelaşi gaz la presiunile $p_1 = 4.10^5$ Pa, respectiv $p_2 = 6.10^5$ Pa şi temperaturile $t_1 = 27°C$, respectiv $t_2 = 127°C$. Vasele sunt puse în legătură printr-un tub prevăzut cu robinet. Să se afle temperatura şi presiunea care se vor stabili în vase după deschiderea robinetului.

208 Două vase cu volumele $V_1 = 1$ L, $V_2 = 2$ L, izolate adiabatic, se află în legătură printr-un tub de volum neglijabil prevăzut cu un robinet, iniţial închis. Pri-mul vas conţine argon la presiunea $p_1 = 10^5$ Pa şi temperatura $t_1 = 27°C$, cel de-al doilea conţine azot la presiunea $p_2 = 2.10^5$ Pa şi temperatura $t_2 = 127°C$. Care vor fi temperatura şi presiunea amestecului de gaze după deschiderea robinetului? Raportul dintre căldurile specifice la volum constant ale azotului şi argonului este $\varepsilon = 5/3$.

209 Un vas cu volumul V este împărţit în n compartimente cu volumele V_i, în care se află acelaşi gaz la presiunile şi temperaturile p_i, respectiv T_i. Să se arate că presiunea finală din vas, după îndepărtarea pereţilor despărţitori, nu depinde de temperaturile iniţiale din compartimente.

210 Doi moli de gaz ideal monoatomic se află inițial la temperatura $T = 400$ K într-un cilindru cu piston mobil. Gazul se destinde, întâi la presiune constantă până când volumul său se dublează, apoi adiabatic până când temperatura revine la valoarea sa inițială. Care este energia cedată de gaz mediului înconjurător prin lucru mecanic?

211 Prin comprimarea adiabatică a unui gaz volumul său s-a micşorat de $n = 10$ ori, iar presiunea s-a mărit de $k = 21{,}4$ ori. Să se afle exponentul adiabatic γ al gazului.

212 Amestecul de ardere într-un motor Diesel se aprinde la temperatura $T_2 = 1.100$ K. Temperatura inițială a amestecului este $T_1 = 350$ K. De câte ori trebuie micşorat volumul amestecului prin comprimare astfel încât el să se aprindă? Procesul se consideră adiabatic, $\gamma = 1{,}40$.

213 Dintr-un balon care conține hidrogen cu presiunea $p_1 = 10^6$ Pa şi temperatura $T_1 = 300$ K iese jumătate din gaz. Să se afle temperatura şi presiunea finală, considerând procesul adiabatic.

214 O masă de aer aflată la presiunea $p_1 = 10^5$ Pa este comprimată adiabatic până la presiunea $p_2 = 10^6$ Pa, apoi răcită izocor până la temperatura inițială. Să se determine presiunea p_3 a aerului în starea finală.

215 În cursul dilatării adiabatice a unei mase de oxigen ($\mu = 32$ kg/kmol) cu temperatura inițială $T = 320$ K, energia sa internă a scăzut cu $\Delta U = 8{,}4$ kJ, iar volumul s-a mărit de $n = 10$ ori. Să se afle masa m de oxigen. Se cunosc $\gamma = 1{,}40$, $R = 8.310$ J/kmol.K.

216 O masă $m = 20$ g de oxigen cu presiunea $p_1 = 2.10^5$ Pa este comprimată adiabatic astfel încât energia sa internă creşte cu $\Delta U = 8$ kJ, iar temperatura finală devine $T_2 = 900$ K. Să se afle: a) creşterea de temperatură ΔT; b) presiunea finală p_2. Se cunosc $\gamma = 1{,}40$, $R = 8.310$ J/kmol.K, $\mu = 32$ kg/kmol

217 O masă $m = 2$ g de azot ($\mu = 28$ kg/kmol) cu temperatura $T_1 = 300$ K este comprimată adiabatic astfel încât volumul său se micşorează de $n = 10$ ori. Să se afle temperatura finală a gazului şi lucrul mecanic efectuat pentru comprimare.

218 O masă de oxigen cu volumul $V_1 = 1$ L şi presiunea $p_1 = 1{,}2.10^6$ Pa se destinde adiabatic până la volumul $V_2 = 10$ L. Să se afle lucrul mecanic efectuat de gaz.

RĂSPUNSURI

Cap. 1 – ELEMENTE DE TERMODINAMICĂ

1.1 Noțiuni termodinamice de bază
Structura discretă a substanței

1 $m = (3-f)Nm_R u = 18{,}8\ g$

2 $N = \dfrac{(1+f)mN_A}{\mu} = 2{,}87.10^{23}$

3 $\nu_1 = \dfrac{fm}{\mu_1} = 67{,}5\ mmol$

$\nu_2 = \dfrac{(1-f)m}{\mu_2} = 720\ mmol$

4 $\mu = \rho V_\mu \approx 2\ g/mol \quad (H_2)$

5 $V_\mu = \dfrac{\mu}{\rho} = 14{,}7.10^{-3}\ m^3/kmol$

$N = \dfrac{VN_A}{V_\mu} \approx 4{,}1.10^{22}$

6 $\rho = \dfrac{N_A m_0}{V_\mu} = 2{,}15\ kg/m^3$

7 $\rho = \dfrac{(m_{R_1}N_1 + m_{R_2}N_2)u}{V} \approx 2\ kg/m^3$

8 $N = (\nu_1+\nu_2)N_A = \dfrac{m(\mu_1+\mu_2)}{\mu_1\mu_2}N_A = 5{,}4210^{24}$

$\rho = \dfrac{2m}{(\nu_1+\nu_2)V_\mu} = 1{,}528\ kg/m^3$

9 $\mu = \dfrac{\mu_1N_1+\mu_2N_2}{N_1+N_2} = 35\ kg/kmol$

10 $\mu = \dfrac{(m_1+m_2)\mu_1\mu_2}{m_1\mu_2+m_2\mu_1} = 28{,}8\ kg/kmol$

11 $m_1 = \dfrac{\nu\mu_1(\mu_2-\mu)}{\mu_2-\mu_1} = 3\ g$

$m_2 = \dfrac{\nu\mu_2(\mu-\mu_1)}{\mu_2-\mu_1} = 10\ g$

12 $f_1 = \dfrac{\mu_1(\mu_2-\mu)}{\mu(\mu_2-\mu_1)}100 = 30\%$

13 $n_1 = \dfrac{N_A}{V_\mu}\dfrac{\mu_2-\rho V_\mu}{\mu_2-\mu_1} = 2{,}15.10^{25}\ m^{-3}$

14 $N = (\dfrac{m_1}{\mu_1}+\dfrac{m_2}{\mu_2})N_A = 3{,}011.10^{23}$

$\rho = \dfrac{m_1+m_2}{(\dfrac{m_1}{\mu_1}+\dfrac{m_2}{\mu_2})V_\mu} \approx 1{,}7\ kg/m^3$

15 $T = \dfrac{pN_A}{nR} \approx 725\ K$

16 $\Delta p = \dfrac{NRT}{N_A V} = 4{,}14\ kPa$

17 $m = \dfrac{\mu pV}{RT} = 0{,}93\ kg$

18 Hidrogenul, de $k = \dfrac{\mu_2}{\mu_1} = 22$ ori

19 $h = \dfrac{\nu RT}{p_0S+Mg} = 1{,}20\ m$

20 $\Delta m = \dfrac{pV_\mu(T_1-T_2)}{RT_1T_2} = 8{,}2\ kg$

21 $m_2 = \dfrac{m_1\mu_2 pT_0}{\mu_1 p_0 T} = 1{,}716\ kg$

22 $T = \dfrac{\mu pV}{mR} = 1.238\ K$

23 $\rho = \frac{\mu p}{RT} = 64{,}385\ kg/m^3$

24 $V = \frac{mRAT + \mu p_1 \Delta V}{\mu(p_1 - p)} = 200\ L$

$T = \frac{\mu p V}{mR} = 200\ K$

25 $\Delta m = \frac{\mu V \Delta p}{RT} = 8{,}3\ g$

26 $\Delta m = \frac{T_2 - T_1}{T_2} m = 0{,}5\ kg$

27 $\Delta m = \frac{\mu p V (T_2 - T_1)}{RT_1 T_2} = 1{,}48\ g$

28 $\frac{m_1}{m} = \frac{p_1 T}{p T_1} = 0{,}01$

29 $\Delta m = \frac{\mu V (p_1 T_2 - p_2 T_1)}{RT_1 T_2} = 5{,}46\ kg$

30 $\Delta m = \frac{\mu V (p_2 T_1 - p_1 T_2)}{RT_1 T_2} = 5{,}7\ g$

31 $p_2 = \frac{p_1 (1-f) T_2}{T_1} = 1{,}8.10^5\ Pa$

32 $f = \frac{f_1 - f_2}{1 - f_2} = 20\%$

33 $\Delta m = \frac{\mu V (k p T_1 - p_1 T)}{RT_1 T} = 6{,}165\ kg$

34 $\rho_0 = \frac{\Delta m p_0 T}{\Delta p V T_0} = 1{,}5\ kg/m^3$

35 $p = p_0 + \frac{mRT}{\mu V} = 1{,}38.10^4\ Pa$

36 $\frac{\nu_2}{\nu_1} = k - 1 = 4$

37 $\ell_O = \frac{\mu_H \ell}{\mu_O + \mu_H} = 5\ cm$

$\ell_H = \frac{\mu_O \ell}{\mu_O + \mu_H} = 5\ cm$

38 $p_1 = \frac{Mg}{(k-1)S}$; $p_2 = \frac{kMg}{(k-1)S}$

39 $V_1 = \frac{\nu_1 T_1 V}{\nu_1 T_1 + \nu_2 T_2} = 1{,}8\ L$

$V_2 = V - V_1 = 1{,}6\ L$

40 $\frac{V_1}{V} = \frac{m_1 \mu_2}{m_1 \mu_2 + m_2 \mu_1} = 0{,}64$

41 $V_1 = \frac{VT_2}{T_1 + T_2} = 9\ L$

$V_2 = \frac{VT_1}{T_1 + T_2} = 7\ L$

42 $V_1 = \frac{V(T + \Delta T)}{T} = 16\ L$

$V_2 = \frac{V(T - \Delta T)}{T} = 14\ L$

43 $p = \frac{2 p_1 p_2}{p_1 + p_2} = 1{,}5.10^5\ Pa$

44 $p = \frac{(m_1 \mu_2 + m_2 \mu_1) p_1 p_2}{m_1 \mu_2 p_2 + m_2 \mu_1 p_1}$

$p = 1{,}2.10^5\ Pa$

45 $\Delta p = \frac{\Delta \nu RT (V_1 + V_2)}{V_1 V_2} = 0{,}2\ MPa$

46 $\frac{\Delta \nu}{\nu} = \frac{n-1}{n+1} = 0{,}2$

$\frac{p_2}{p_1} = \frac{2n}{n+1} = 1{,}2$

47 $\Delta l = \frac{m_1 l}{m_1 + m_2} = 3\ cm$ spre dreapta

48 $p = \frac{(m_1 \mu_2 + m_2 \mu_1) RT}{\mu_1 \mu_2 V} = 1{,}75.10^5\ Pa$

49 $V = \left(\frac{m_1}{\mu_1} + \frac{m_2}{\mu_2}\right) \frac{RT}{p} \approx 0{,}1\ m^3$

50 $\rho = \frac{\mu_H \mu_O p (1+k)}{RT(k\mu_O + \mu_H)} = 0{,}48\ kg/m^3$

51 $m_2 = \frac{\mu_2 (\mu_1 pV - mRT)}{(\mu_1 - \mu_2) RT} = 5{,}8\ g$

$m_1 = m - m_2 = 34{,}2\ g$

52 $m_1 = \dfrac{kpV\mu_1\mu_2}{[(1-k)\mu_1 + k\mu_2]RT} = 4{,}82\ g$

$m_2 = m - m_1 = 2{,}06\ g$

53 $T = \dfrac{pV\mu_1\mu_2}{[(1-k)\mu_1 + k\mu_2]mR} = 258\ K$

54 $\rho = \dfrac{2\rho_1\rho_2}{\rho_1 + \rho_2} = 0{,}96\ kg/m^3$

55 $p_2 = \dfrac{2p_1T_2}{T_1} = 40\ kPa$

56 $T_2 = \dfrac{2T_1}{3} = 300\ K$

57 $p = \dfrac{(1+k)mRT}{\mu V} = 1{,}62.10^5\ Pa$

58 $\Delta\ell = f\ell = 12\ cm$

59 $k = 7$

Transformări simple ale gazului ideal

60 $T = 2T_0;\ t = 313^\circ C$

61 $\Delta\ell = \dfrac{\ell\Delta T}{T} = 1\ cm$

62 $\Delta V' = \dfrac{(\Delta T + \Delta T')\Delta V}{\Delta T} = 1{,}5\ L$

63 $T = \dfrac{\Delta T}{f} = 300\ K$

64 $T_2 = \dfrac{mT_1}{V\rho} = 500\ K$

65 $\Delta T = -\dfrac{Th}{\ell} = -35\ K$

66 $m = \dfrac{\rho V_1(T_1 - T_2)}{T_1} = 66{,}46\ g$

67 $F = \dfrac{\rho Vg(T - T_0)}{T_0} = 1.418\ N$

68 $V = \dfrac{(\ell_2T_1 - \ell_1T_2)S}{T_2 - T_1} = 106\ cm^3$

69 $T_1 = 2T_0 = 600\ K$

$T_2 = \dfrac{2}{3}T_0 = 200\ K$

***70** $T_2 = \dfrac{p_2T_1}{p_1} = 350\ K$

71 $p_2 = \dfrac{p_1T_2 + p_0(T_2 - T_1)}{T_1} = 2{,}1.10^5\ Pa$

***72** $T_1 = kT_2 = 600\ K$

***73** $T_1 = \dfrac{\Delta T}{k-1} = 280\ K$

74 $T_1 = \dfrac{(p_0S + F)T_0}{p_0S} = 400\ K$

75 $T' = nT = 420\ K$

***76** $h = H - \dfrac{p_0}{\rho g} = 26{,}5\ cm$

77 $T_1 = \dfrac{T(2p_0 - \rho g\ell)}{2p_0 + \rho g\ell}$

78 $T_1 = \dfrac{(p_0S + F)T}{p_0S} = 390\ K$

79 $p_1 = 1{,}6p,\ p_2 = 0{,}4p$

80 $F = \dfrac{p_0S\ell}{\ell_1} = 3{,}2.10^4\ Pa$

81 $G_1 = (k-1)(p_0S + G) = 260\ N$

82 $p = \dfrac{\Delta p_1\Delta p_2(\Delta V_2 - \Delta V_1)}{\Delta p_2\Delta V_1 - \Delta p_1\Delta V_2} = 4.10^5\ Pa$

$V = \dfrac{\Delta V_1\Delta V_2(\Delta p_2 - \Delta p_1)}{\Delta p_2\Delta V_1 - \Delta p_1\Delta V_2} = 9\ L$

83 $M = \dfrac{n(k-1)m}{n-1}$

84 $m = \dfrac{\rho V(p_0 + \rho gh - p)}{p_0 + \rho gh} = 0{,}17\ kg$

85 $v = \dfrac{p_2V_2 - p_1V_1}{p_2 - p_1} = 1{,}67\ cm^3$

86 $r = \sqrt[3]{\dfrac{3(p_0 + \rho gH)V_0}{4\pi(p_0 + \rho gh)}}$

87 $h = 25\ cm$

88 $h = 48{,}3\ cm$

89 $h_2 = \dfrac{h_1(p_0 + \rho g h_1)}{p_0} = 11\,\text{cm}$

90 $x = \dfrac{p_0 \ell}{p_0 + \rho g h} = 0{,}55\,\text{m}$

91 $p_0 = \dfrac{\rho g(h_2 V_2 - h_1 V_1)}{V_2 - V_1} = 10^5\,\text{Pa}$

92 $p = 1{,}15.10^4\,\text{Pa}$

93 $h = \dfrac{2p\ell\Delta\ell}{[\ell^2 - (\Delta\ell)^2]\rho g} = 15\,\text{cm}$

94 $p = \dfrac{\rho g h(d^2 - l^2)}{2dl} = 5{,}6.10^4\,\text{Pa}$

unde $d = \dfrac{L - h}{2}$

95 a) $x = \dfrac{h[p_0 + \rho g(\ell - h)]}{p_0 + \rho g \ell} = 3{,}5\,\text{cm}$

(s-au neglijat termenii în x^2)

b) $\ell \geq \dfrac{p_0 + \rho g h}{\rho g} = 95\,\text{cm}$

96 $p_0 = \dfrac{\rho g H(h_1 - h_2 \sin\alpha)}{h_1 - h_2} = 10^5\,\text{Pa}$

97 $h_2 = \dfrac{h_1[p_0 + \rho g(h + h_1)]}{\rho g(h + h_1)} = 53\,\text{cm}$

98 $p = \dfrac{8(p_0 - \rho g\Delta h_1)V}{8V + (\Delta h_1 - \Delta h_2)\pi d^2} + \rho g\Delta h_2 = 2{,}3210^3\,\text{Pa}$

99 $x = \dfrac{(4p_0 + 3\rho g h)h}{2(2p_0 - 3\rho g h)}$

100 $x = \dfrac{p_0}{2\rho g} + \sqrt{\left(\dfrac{p_0}{2\rho g}\right)^2 + \dfrac{p_0 S_1 L}{\rho g S_2}}$

101 $x = \dfrac{(k-1)\ell}{2(k+1)} = 10\,\text{cm}$

102 $\Delta p = \dfrac{2k(k-1)p}{2k-1} = 3{,}6.10^5\,\text{Pa}$

103 $p_1 = \dfrac{p(V_1 + V_2) - p_1 V_2}{V_1} = 5.10^5\,\text{Pa}$

104 $p = \dfrac{p_1 V_1 + p_2 V_2 + p_3 V_3}{V_1 + V_2 + V_3} = 2.10^5\,\text{Pa}$

105 $V_1 = \dfrac{(p - p_2)V}{p_1 - p_2}$

$V_2 = \dfrac{(p - p_1)V}{p_2 - p_1}$

106 $t = \dfrac{4V(p_1 - p_0)\tau}{\pi d^2 h p_0} = 46\,\text{s}$

107 $\dfrac{v}{V} = \left(\dfrac{p_0}{p}\right)^{1/3} - 1 = 0{,}5$

108 $T = \dfrac{\Delta T}{f_2 - f_1 - f_1 f_2} = 300\,\text{K}$

109 $k' = \dfrac{kT_2}{T_1} = 4$

110 $h_2 = \dfrac{p_1 T_2 h_1 S}{(p_1 S + mg)T_1} = 31{,}6\,\text{cm}$

111 Scade cu $\Delta l \approx 3{,}8\,\text{cm}$

112 $\Delta l = \dfrac{(p_1 T_1 - p_2 T_2)\ell_1 \ell_2}{p_1 T_1 \ell_1 + p_2 T_2 \ell_2} = 2{,}5\,\text{cm}$

113 $\dfrac{V_1'}{V_2'} = \dfrac{V_1 T_2}{V_2 T_1} = 0{,}8$

114 $k' = \dfrac{kT_2}{T_1} = 4$

115 $x = \dfrac{4V\Delta T}{\pi d^2 T} = 7{,}45\,\text{cm}$

116 $p_1 = \dfrac{2pT_0 T_2}{T(T_1 + T_2)} = 1{,}8.10^5\,\text{Pa}$

$p_2 = \dfrac{2pT_0 T_1}{T(T_1 + T_2)} = 3{,}6.10^5\,\text{Pa}$

117 Ambele picături se depărtează de B cu $\Delta\ell = \dfrac{2V\Delta T}{3ST}$

118 Ambele picături se deplasează spre dreapta cu $\Delta\ell = \dfrac{V\Delta T}{ST}$

119 $x = \sqrt{1 + \frac{n^2 - 1}{kn}} = 1{,}5$

120 $n = \frac{\Delta p V T_0}{p_0 V_0 T} = 624$ curse

121 $\frac{V_2}{V_1} = \frac{tg\alpha_1}{tg\alpha_2}$

128 $T_2 = 2T_1 = 600\,K$

$p_3 = \frac{p_1}{2} = 100\,kPa$

129 $p_3 = p_1\sqrt{k}$; $V_3 = V_1\sqrt{k}$

130 $V_m = \frac{p_2 V_1 - p_1 V_2}{2(p_2 - p_1)} = 21\,L$

$p_m = \frac{p_2 V_1 - p_1 V_2}{2(V_1 - V_2)} = 420\,kPa$

131 $T_{max} = \frac{9}{2} T_1 = 1350\,K$

132 Extremitățile diametrului orizontal al cercului.

Calorimetrie

133 $\theta = 50°\,C$

134 $\theta = 81°$

135 $\theta = \frac{t_1 + 2t_2}{3} = 30°\,C$

136 $\theta = \frac{q_1 t_1 + q_2 t_2}{q_1 + q_2} = 46°\,C$

137 $c_1 = \frac{m_2 c_2 (t_2 - t)}{m_1 (t - t_1)} = 2.000\,J/kg.K$

138 $Q = (m_1 c_1 + m_2 c_2 + m_3 c_3)t - (m_1 c_1 t_1 + m_2 c_2 t_2 + m_3 c_3 t_3) = 1{,}3.10^6\,J$

139 $\theta = \frac{C_1 t_1 + C_2 t_2 + mct}{C_1 + C_2 + mc} = 45°\,C$;

capacitățile calorice ale celor două corpuri se află din datele de pe figură.

140 $Q = m_2 c_a (t_2 - t_f) - m_1 c_a (t_f - t_1) = 1.674\,J$

141 $C = \frac{mc(T_a - T)}{T - T_c} = 20{,}9\,J/K$

142 $m_1 = \frac{m_2 c_2 (t_2 - t)}{c_1 (t - t_1)} = 1{,}88\,kg$

143 $c = \frac{m_c c_c (t - t_1)}{m_2 (t_2 - t) - m_1 (t - t_1)} = 2.10^3\,J/kg.K$

144 $c_c = \frac{m_{Sn} c_{Sn} (T_2 - T_{Sn})(T_f - T_1)}{m_c (T_1 - T_2)(T_f - T_c)}$

$c_f = \frac{m_{Sn} c_{Sn} (T_2 - T_{Sn})(T_1 - T_c)}{m_f (T_1 - T_2)(T_f - T_c)}$

$c_c = 900\,J/kg.K$; $c_1 = 4.200\,J/kg.K$

145 $q = \frac{m_2 c_2 (t_2 - t_3) - m_1 c_1 (t_3 - t_1)}{\tau} = 100\,J/s$

146 $c_f = \frac{(m_a c_a + m_c c_c)(t_f - t_a) + \Delta Q}{m_f (t_f - t_f)}$

$c_f = 2.150\,J/kg.K$

147 $m_1 = \frac{m(t - t_2)}{t_1 - t_2} = 25\,kg$

$m_2 = \frac{m(t - t_1)}{t_1 - t_2} = 30\,kg$

148 $m_{Cu} = 418\,g$; $m_{Al} = 232\,g$

149 $m_1 = \frac{Mc_{Al}(t_2 - t_3) - (mc_{Fe} + m'c_a)(t_3 - t_1)}{(c_{Al} - c_{Pb})(t_2 - t_3)}$

$m_1 = 93\,g$; $m_2 = M - m_1 = 57\,g$

150 a) $\theta_2 = \frac{mc_a\theta_1 + C\theta_0}{mc_a + C} = 35°\,C$

b) $c = \frac{(mc_a + C)(\theta_2 - \theta_1)}{m(\theta_3 - \theta_1)} = 630\,J/kg.K$

151 a) $\theta_3 = \frac{c_1\theta_1 + c_2\theta_2}{c_1 + c_2} = 30°\,C$

$\theta_4 = \frac{c_1\theta_1 + 2c_2\theta_2}{c_1 + 2c_2} = 37°\,C$

b) v. figura

182 a) $Q = \frac{5mR\,\Delta T}{2\nu} = 520$ J

b) $L = \frac{mR\Delta T}{\nu} = 208$ J

c) $\Delta U = \frac{3mR\Delta T}{2\nu} = 312$ J

183 $\Delta p = \frac{2\Delta U}{5V} = 10^5$ Pa

184 a) $\Delta U = \frac{5p(V_2 - V_1)}{2} = 4.10^5$ J

b) $L = p(V_2 - V_1) = 1{,}6.10^5$ J

c) $Q = \Delta U + L = 5{,}6.10^5$ J

185 a) $\gamma = \frac{Q}{Q - \nu R\Delta T} = 1{,}67$

b) $\Delta U = Q - \nu R\Delta T = 0{,}72$ MJ

c) $L = Q - \Delta U = 0{,}48$ MJ

186 $\Delta T = \frac{2Q - kd^2}{2\nu C_V} = 80$ K

187 $L = \frac{2Q}{7} = 6$ kJ; $\Delta U = \frac{5Q}{7} = 15$ kJ

188 $\Delta U = \frac{5}{2}L = 2$ kJ

189 $L = (\gamma - 1)\Delta U = -80$ J

190 $\Delta U = \frac{Q}{\gamma}$

191 $\Delta U = \frac{(m_1c_1 + m_2c_2)\Delta t}{\gamma} = 1.250$ J

192 $\frac{Q_1}{Q_2} = 5$

1.4 Aplicarea principiului întâi al termodinamicii la transformările gazului ideal

193 $\Delta U = \frac{(m_1c_1 + m_2c_2)\Delta t}{\gamma} = 1.250$ J

194 a) $\Delta U = \frac{5p_2V_2 - p_1V_1}{2} = 3{,}25$ MJ

b) $L = p_1(V_2 - V_1) = 0{,}4$ MJ

c) $Q = \Delta U + L = 3{,}65$ MJ

195 a) $\Delta U = 0$; b, c) $L = Q = \frac{\nu RT_1}{2} = 1{,}25$ MJ

196 Monoatomic $(\gamma = \frac{5}{3})$

197 $\gamma = \frac{(p_1 - p_0)V_0}{(V_1 - V_0)p_0}$

198 $L = 2\nu R\Delta T = 16{,}62$ kJ

199 $L = \nu R\left(\sqrt{T_3} - \sqrt{T_1}\right)^2$

200 a) $\Delta U = 0$; b,c) $L = Q = \frac{mRT\ln\left(\frac{V_2}{V_1}\right)}{\mu} = 11{,}5$ kJ

201 $\frac{V_2}{V_1} = e^{\frac{Q}{\nu RT}} = 2{,}23$

202 $\gamma = 1 + \frac{(n-1)p_1V_1}{Q - p_1V_1 \cdot \ln n} = 1{,}4$

203 $L = p_1V_1\left[\ln\left(\frac{V_2}{V_1}\right) + \frac{V_4 - V_2}{2V_2}\right] = 238{,}6$ J

204 a) $\Delta U = \frac{8p_0V_0}{\gamma - 1}$

b) $Q = \frac{4p_0V_0(\gamma + 1)}{\gamma - 1}$

c) $C = \frac{(\gamma + 1)R}{2(\gamma - 1)}$

205 $C_V = \frac{2C_{V_1} + 3C_{V_2}}{5} = 2{,}1\,R$

206 $T = \frac{3T_1 + 10T_2}{13} = 400$ K

$p = \frac{3p_1p_2T}{2p_1T_2 + p_2T_1} = 1{,}38.10^5$ Pa

207 $T = \frac{T_1T_2(p_1V_1 + p_2V_2)}{p_1V_1T_2 + p_2V_2T_1}$

$$p = \frac{p_1V_1 + p_2V_2}{V_1 + V_2}$$

$T = 366\,K; p = 5{,}25.10^5$ Pa

208 $$T = \frac{p_1V_1 + \varepsilon p_2V_2}{\frac{p_1V_1}{T_1} + \varepsilon\frac{p_2V_2}{T_2}} = 383\,K$$

$$p = \frac{T}{V_1 + V_2}\left(\frac{p_1V_1}{T_1} + \frac{p_2V_2}{T_2}\right) = 1{,}7.10^5 \text{ Pa}$$

209 $$p = \sum\frac{p_iV_i}{V}$$

210 $L = \nu C_pT = 16{,}62\,kJ$

211 $$\gamma = \frac{\ln k}{\ln n} = 1{,}33$$

212 $$n = \left(\frac{T_2}{T_1}\right)^{\frac{1}{\gamma-1}} = 17{,}5 \text{ ori}$$

213 $$T_2 = \frac{T_1}{2^{\gamma-1}} = 227\,K$$

$$p_2 = \frac{p_1}{2^\gamma} = 3{,}79.10^5 \text{ Pa}$$

214 $$p_3 = p_2\left(\frac{p_1}{p_2}\right)^{\frac{\gamma-1}{\gamma}} = 5{,}18.10^5 \text{ Pa}$$

215 $$m = \mu(\gamma-1)n^{\gamma-1}\frac{\Delta U}{RT(n^{\gamma-1}-1)} = 67\,g$$

216 a) $$\Delta T = \frac{\mu(\gamma-1)\Delta U}{mR} = 616\,K$$

b) $$p_2 = p_1\left(\frac{T_2}{T_2 - \Delta T}\right)^{\frac{\gamma}{\gamma-1}} = 1{,}13.10^7 \text{ Pa}$$

217 $$T_2 = \frac{T_1}{n^{\gamma-1}} = 754\,K$$

$$L = \frac{mRT_1(n^{\gamma-1}-1)}{\mu(\gamma-1)} = 673\,J$$

218 $$L = \frac{p_1V_1}{\gamma-1}\left[1 - \left(\frac{V_1}{V_2}\right)^{\gamma-1}\right] = 1.805\,J$$

219 $$L_{31} = \frac{n-k}{k(\gamma-1)}\nu RT_1 = 2{,}9\,kJ$$

220 a) $$n = \frac{1}{\lg 5} = 1{,}43$$

b) $$\Delta U = \frac{5}{2}p_1V_1 = 0{,}25\,MJ$$

c) $$L = \frac{1}{1-n}(p_2V_2 - p_1V_1) = -0{,}23\,MJ$$

d) $Q = \Delta U + L = 0{,}02\,MJ$

221 $$n = 2; C = \frac{R}{2}$$

222 $$C = C_V + \frac{R}{1-n} = -\frac{R}{2}$$

223 $$L = \frac{a\nu R}{p_1} = 2.493\,J$$

224 $$L = \frac{7}{3}p_1V_1 = 1{,}4\,kJ$$

$$C = \frac{11R}{6}$$

225 $$L = \frac{14}{3}p_1V_1 = 2{,}8\,kJ$$

$$Q = \frac{35}{6}p_1V_1 = 3{,}5\,kJ$$

226 $$L = \frac{3}{2}\nu RT_1 = 7{,}479\,kJ$$

$$Q = 6\nu RT_1 = 29{,}916\,kJ$$

227 $$L = \frac{1}{2}\nu R\Delta T = 41{,}55\,kJ; C = 3R$$

228 $$C = \frac{R}{2}$$

229 $$Q = -\frac{17}{6}\nu R\Delta T = -2825{,}4\,J$$

1.5 Transformări de stare de agregare

230 $$t_0 = t - \frac{2Q - m\lambda}{2mc} = 0°C$$